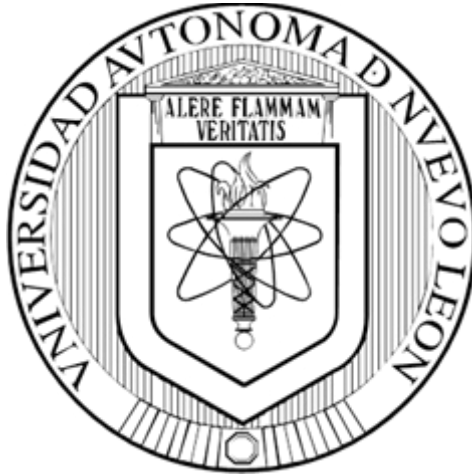


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INTERFAZ NEXUS A TRAVÉS DE
TÉCNICAS DE SEGUIMIENTO OCULAR, ESCALA DE USABILIDAD DEL
SISTEMA (ESU) Y CUESTIONARIO DE USABILIDAD DE SISTEMAS
INFORMÁTICOS (CSUQ)**

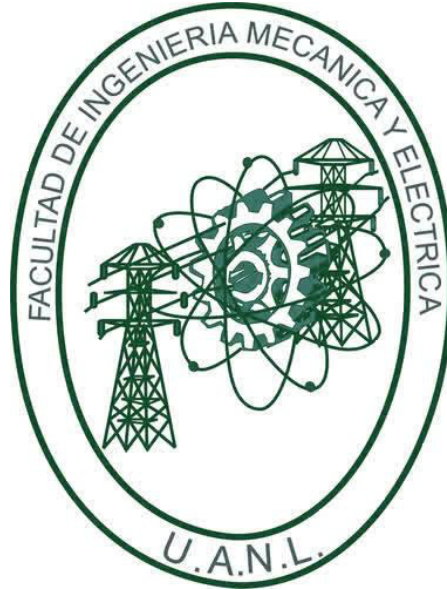
POR

ANDREA ABIGAIL GARZA VILLEGAS

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON ORIENTACIÓN
EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

ABRIL, 2017

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INTERFAZ NEXUS A TRAVÉS DE
TÉCNICAS DE SEGUIMIENTO OCULAR, ESCALA DE USABILIDAD DEL
SISTEMA (ESU) Y CUESTIONARIO DE USABILIDAD DE SISTEMAS
INFORMÁTICOS (CSUQ)**

POR

ANDREA ABIGAIL GARZA VILLEGAS

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON ORIENTACIÓN
EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

ABRIL, 2017

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis “Análisis comparativo de la interfaz NEXUS a través de técnicas de seguimiento ocular, Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) y Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ)” realizada por el alumno(a) Andrea Abigail Garza Villegas, con número de matrícula 1483392, sea aceptada para su defensa como opción al grado de “Maestría en Ingeniería con Orientación en Tecnologías de la Información”.

El Comité de Tesis

Dra. María Isolda Hedlefs Aguilar

Asesor

Dra. Aida Lucina González Lara

Revisor

Dr. Sergio Alcaraz Corona

Revisor

Vo. Bo.

Dr. Simón Martínez Martínez

Subdirector de Estudios de Posgrado

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 03 de Julio del 2017

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quisiera agradecer a mis padres pues sin su apoyo, tanto económico como moral, este sueño no hubiera podido ser posible. Gracias por aguantar mis enojos y momentos de frustración, por ayudarme a no rendirme y darme ánimos siempre que los necesitaba, por repetirme cada día que podía ser mejor y que podía con todo lo que apareciera en el camino. Gracias por esperarme a que saliera de clases todos los días que debía ir a la escuela y hasta ayudarme a entender mis tareas cuando mi mente no pensaba claramente. Gracias por hacerme reír, por hablar conmigo cada vez que me estresaba y necesitaba desahogarme, por esos días de salidas en familia para tratar de hacerme ver todo más ligero, por el apoyo para las tareas y exámenes, pero sobre todo, gracias por ser mis padres y darme todo su amor incondicional y comprensión. Son los mejores, los amo.

Me gustaría también agradecerle a mi hermana, principalmente por motivarme cada día a seguir escribiendo la tesis y a hacer la tarea, por preocuparse por mi aún cuando era ella quien necesitaba que la cuidara, por regañarme cuando cerraba mi laptop sin haber terminado mis pendientes del día, por enseñarme que salir adelante es posible en cualquier situación que se nos presente. Gracias también por ser mi modelo de fotografías y estar dispuesta a ayudarme a repetirlas si alguna salía mal. Gracias por tu amor hermana, el querer ser siempre mejor para tratar de darte un buen ejemplo es uno de mis motores para no rendirme.

Agradezco a mi esposo porque fue quien me motivó a comenzar esta aventura, quien dedicó tiempo a escucharme y consolarme cuando las cosas se

ponían muy difíciles, quien me esperó pacientemente a que tuviera tiempo para hablar o salir aunque fuera tarde. Gracias por escucharme cada vez que te hablé sobre el tema de esta tesis y por hacer preguntas, por interesarte y darme sugerencias para que este proyecto saliera mejor en el tiempo en el que debía salir, por tratar de quitarme el estrés al decirme que me concentrara totalmente en escribir y leer y que dejara cualquier otra cosa de lado. Gracias por saber exactamente qué decir en el momento preciso, por hacerme reír aún en mis peores días y lo más importante por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía.

A la Dra. Isolde Hedlefs le estaré siempre agradecida porque desde el inicio de este proyecto creyó en mí, por confiar en mi capacidad de hacer las cosas y darme tareas cada vez más difíciles haciendo que mejorara día con día. Gracias a usted sé que valgo más de lo que creo y que puedo hacer cualquier cosa que me proponga. Gracias por hablar conmigo cuando lo necesitaba y notar las veces en las que estaba decaída, por los ánimos que siempre me daba, por recibirme en su casa e incluirme en su vida y la de Jochen, por pensar en mí y enviarme imágenes que me alegraban, pero sobretodo, gracias porque más que una asesora es una gran amiga cuya amistad espero conservar siempre.

Un agradecimiento especial a mis abuelitos, tanto los que siguen conmigo como los que ya no están presentes físicamente pero si en el corazón, ya que con su amor constante y palabras de cariño me han hecho sentir que puedo con esto y más. En verdad les agradezco que estén presentes en los mejores y peores momentos de mi vida y que me hagan sentir el amor tan fuerte que me tienen.

Otro agradecimiento para todos mis tíos, primos, sobrinos y amigos, pues me ayudaban a distraerme cuando el estrés me sobrepasaba, especialmente a Gely, Alex Mariel y Sarai, gracias por todo su apoyo, cariño y ayuda, gracias por las pláticas, los juegos y las salidas que me servían para relajarme y divertirme.

Agradezco de igual manera a mis suegros, cuñados y concuña pues me acompañaron en este viaje y me hicieron saber que no estaba sola, me mostraron apoyo incondicional y me animaron en momentos difíciles.

Gracias al Ing. Arturo de la Garza por su ayuda durante todo este tiempo para utilizar el seguidor ocular, por proporcionarme material para el enriquecimiento de mi tesis y por su disposición para resolver dudas en cualquier momento.

A la Dra. Aída Lucina González Lara por el apoyo como coordinadora de la maestría y como revisora de la tesis así como también al Dr. Sergio Alcaraz por sus comentarios en el trabajo.

Al Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo, director de la FIME, por el apoyo para la terminación de esta maestría.

Por último, gracias a todos los estudiantes que acudieron a realizar el estudio, sin su participación esta tesis no hubiera sido posible.

DEDICATORIA

A mis padres, Arturo Garza y Endora Villegas, a mi hermana Mónica Garza, a mi esposo Juan García y a la Dra. Isolde Hedlefs, quienes me apoyaron en todo momento y nunca me dejaron caer.

ÍNDICE

RESUMEN	1
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	2
Pregunta de investigación	5
Objetivo general	6
Objetivos específicos	6
Hipótesis.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Usabilidad.....	8
2.2 Usabilidad en entornos de aprendizaje virtuales	12
2.3 Métodos de evaluación.....	17
2.4 Seguimiento ocular.....	31
2.5 Usabilidad y Seguidor ocular.....	49
CAPÍTULO III. MÉTODO	53
Etapa 1 Estandarización.....	53
Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ)	53
Participantes.....	53
Instrumento	54
Procedimiento	55
Escala de Usabilidad de Sistemas (EUS).....	55
Participantes.....	55
Instrumento	55
Procedimiento	56
Etapa 2 Aplicación de EUS y CSUQ	57
Participantes.....	57
Instrumento	57
Procedimiento	58
Etapa 3 Seguidor ocular	59
Participantes.....	59
Instrumento	59
Procedimiento	59

CAPÍTULO IV. RESULTADOS	64
Etapa 1	64
Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ)	64
Escala de Usabilidad de Sistemas (EUS).....	70
Etapa 2 Aplicación de CSUQ y EUS	73
Etapa 3 Seguidor ocular	77
Comparativo CSUQ y EUS versus seguidor ocular.....	83
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	86
Conclusiones	86
Trabajo futuro	96
REFERENCIAS	97
ÍNDICE FIGURAS	107
ÍNDICE TABLAS	109
APÉNDICE A	110
APÉNDICE B	111
APÉNDICE C	112
APÉNDICE D	115

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INTERFAZ NEXUS A TRAVÉS DE TÉCNICAS DE SEGUIMIENTO OCULAR, ESCALA DE USABILIDAD DEL SISTEMA (EUS) Y CUESTIONARIO DE USABILIDAD DE SISTEMAS INFORMÁTICOS (CSUQ).

RESUMEN

Esta evaluación se hizo con el fin de mejorar los tipos de interfaces que son utilizadas en el ámbito educativo, ya sea en línea o semi-presencial, y revisar que dichas interfaces cumplieran con su objetivo principal, el cual es, que sean un medio de accesibilidad para adquirir un nuevo conocimiento y esto solo se puede lograr cuando la interfaz cuenta con usabilidad. Este proyecto se dividió en 3 fases, la primera fue la estandarización al idioma español de los cuestionarios EUS y CSUQ, la segunda fue la aplicación de dichos cuestionarios con la muestra de participantes que se tomarían para el estudio y la tercer fase consistió en utilizar el seguidor ocular para evaluar la plataforma NEXUS con la misma muestra de participantes de la fase anterior, donde se le asignó al usuario una tarea a realizar y aquí se analizó todos los pasos que utilizó para poder completar la tarea. Los resultados mostraron que ambas técnicas, tanto cuestionarios como seguimiento ocular, ayudan a evaluar la usabilidad de una interfaz, que ambos por sí solos muestran resultados confiables. Se concluye que es mejor utilizar el seguidor ocular en conjunto con los cuestionarios para evaluar la usabilidad de una interfaz de una mejor manera y, en un futuro, se espera también realizar test retrospectivo para obtener más datos y realizar mejores evaluaciones de usabilidad.

PALABRAS CLAVE: Usabilidad, Seguidor Ocular, EUS y CSUQ.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente, muchas instituciones educativas están optando por utilizar plataformas en línea, sustituyendo con esto las clases presenciales, complementándose con estas plataformas o teniendo la modalidad de semi-presencial. Desafortunadamente, en muchas ocasiones olvidan realizar evaluaciones de usabilidad a este tipo de plataformas, cuando es de suma importancia que cumplan con los criterios de usabilidad, puesto que los maestros y alumnos dependen de ello para poder transmitirse mutuamente información así como conocimiento (Díaz, Alarcón & Callejas, 2013).

El seguidor ocular no solo se ha utilizado en psicología (Shiessl, Duda, Tholke & Fischer, 2003), neuropsicología (Duchowski, 2007; Cipresso et al., 2012), mercadotecnia (Reutskaja, Nagel, Camerer, & Rangel, 2011; Duchowski, 2007), interfaces evaluando que cumplan con los criterios de usabilidad (Ehmke & Wilson, 2007; Shiessl, Duda, Tholke & Fischer, 2003; Duchowski, 2007; Cutrell, & Guan, 2007; Poole, & Ball, 2005; Rele, & Duchowski, 2005) sino también en el área educativa (Navarro, Molina, Lacruz & Redondo, 2012; Navarro, Molina & Lacruz, 2015).

Un seguidor ocular, es un dispositivo que registra el lugar, el tiempo y la manera en la que un usuario observa cierto espacio de la interfaz (Quesada, 2014).

Por ejemplo, el estudio de Navarro, Molina y Lacruz (2015) donde ellos hicieron uso de la técnica de seguimiento ocular y utilizaron un cuestionario con el objetivo de conocer la manera correcta de utilizar los colores en presentaciones con imágenes para que los alumnos verdaderamente aprendieran. Ellos encontraron que el uso de colores en áreas importantes de las presentaciones multimedia en temas escolares, ayuda a que los alumnos asimilen mejor las cosas y por lo tanto representa un mejor aprendizaje.

En Costa Rica, Ramírez (2013) realizó un estudio de usabilidad de una interfaz creada para cursos bimodales, en este caso se probó el curso de la materia Cálculo, con el objetivo de validar el curso y dicha evaluación se realizó con la técnica de seguimiento ocular. Como resultado de esto, se obtuvieron los errores que era necesario corregir para que los estudiantes comprendieran la interfaz y pudieran completar las tareas asignadas, dichos errores fueron tomados en cuenta para la mejora del curso en línea y para poder aplicar cambios en la página web.

Otro estudio donde se utilizó el seguidor ocular con encuestas, fue una investigación realizada en Chile en el año del 2012 por el grupo de González y Velásquez, en la cual, ellos buscaban encontrar los objetos más importantes de la interfaz para los participantes y el tiempo que pasaban observando un área específica. Ellos encontraron que la técnica de seguimiento ocular ayuda a entender mejor lo que el usuario observa cuando está utilizando una interfaz, ya que se pudieron encontrar más fácilmente y con mayor precisión los objetos más importantes para los participantes.

Siguiendo con el tema de educación y la técnica de seguimiento ocular, está el estudio de Navarro, Molina y Lacruz (2016), en donde ellos buscaron los formatos que mejor servían para que los alumnos pudieran aprender de una manera más efectiva la asignatura de matemáticas. Además de que se utilizó la técnica antes mencionada, también se hizo uso de cuestionarios para realizar

dicha evaluación. Los resultados de este estudio mostraron que el proceso de exploración de los niños varía de acuerdo a la edad que tienen, además de demostrar que si los textos e imágenes se encuentran sin tanta separación uno del otro, el aprendizaje del alumno es mejor. Otro dato interesante encontrado en este estudio fue que los alumnos retienen mejor la información si además de ponerles en pantalla el texto y figuras, se les estimula con la explicación hablada, es decir, que ellos escuchen y observen al mismo tiempo.

Como bien sabemos, los estudiantes no solo ingresan a las plataformas para cursos en línea desde una computadora, sino también desde sus dispositivos móviles y es por esto que es muy importante revisar que tengan usabilidad las aplicaciones utilizadas desde estos dispositivos. En esta área, Ramírez y Luna (2016) realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la usabilidad en aplicaciones educativas móviles. Para realizar esto, ellos utilizaron algunas métricas obtenidas desde el análisis de la norma ISO/IEC 9126 (ISO/IEC 9126-1, 2001) y con esto se crearon dos test de usabilidad, uno para evaluar atributos de funcionalidad general y otro para realizar la evaluación de los atributos orientados a dispositivos móviles. Como resultado obtuvieron que en la evaluación de funcionalidad general todos los participantes acordaron que las aplicaciones evaluadas cumplían con estos atributos, sin embargo, no cumplían los orientados a dispositivos móviles y esto es porque normalmente no toman en cuenta estas cuestiones al momento de diseñar las aplicaciones.

Dentro de los estudios en los que se han utilizado varias técnicas de evaluación de la usabilidad al mismo tiempo, podemos encontrar el que fue realizado por López, Navarro, García y Aleixandre (2010) en donde se utilizó un test de estrés de navegación, la aplicación de la Escala de Usabilidad del Sistema (Brooke, 1996) y el seguidor ocular Tobii T60, en donde se buscaba evaluar la arquitectura de la información de distintas páginas de bibliotecas de universidades públicas de España.

El problema que se ve en el estudio de López et al. (2010) es que ellos no aplicaron una versión estandarizada de la Escala de Usabilidad del Sistema al idioma español, siendo que el idioma original de la escala es en inglés. Por lo cual, Finstad (2006) encontró en la Escala de Usabilidad del Sistema que si se aplica en su idioma original a personas que no son nativos del idioma inglés, los resultados estarán sesgados, ya que pueden malinterpretar o malentender las preguntas y por lo tanto, responderán algo distinto a lo que realmente deben de responder. Es por esto, que se decidió estandarizar primero los cuestionarios que se utilizaron en este estudio con población mexicana y en idioma español, para evitar cualquier error en los datos y sesgos en los resultados. Por último, no se justifica el por qué relacionaron un Test de Estrés de Navegación con la Escala de Usabilidad del Sistema y la técnica de seguimiento ocular.

Ya que no se encontró ninguna investigación donde se evalúe la usabilidad de una plataforma educativa para cursos en línea o semi-presenciales con cuestionarios de usabilidad estandarizados al idioma español y la técnica de seguimiento ocular en Latinoamérica, surge la siguiente pregunta de investigación.

Pregunta de investigación

¿La técnica de seguidor ocular será mejor método para evaluar la usabilidad de una interfaz en comparación con la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) y el Cuestionario de Usabilidad de sistemas informáticos (CSUQ)?

Objetivo General

- Evaluar las interfaces de cursos en línea para que cumplan con los principios modernos de usabilidad, utilizando los cuestionarios Escala de Usabilidad del Sistema (EUS), Cuestionario de Usabilidad de sistemas informáticos (CSUQ) y la técnica de seguimiento ocular; y comparar los resultados de ambas técnicas.

Objetivos específicos

- Estandarizar la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) y el Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ).
- Evaluar la usabilidad de la interfaz NEXUS a través de la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS).
- Evaluar la usabilidad de la interfaz NEXUS a través del Cuestionario de Usabilidad de sistemas informáticos (CSUQ).
- Evaluar la usabilidad de la interfaz NEXUS a través de la técnica de seguimiento ocular.
- Comparar la EUS y el CSUQ con el seguimiento ocular.

Hipótesis

- Hipótesis 1: Los resultados que se obtendrán con el uso del seguidor ocular serán mucho más confiables puesto que el usuario realizará las tareas sin pensar en lo que hace, es decir, de manera automática en comparación con los cuestionarios en los cuales piensa sus respuestas.
- Hipótesis 2: El seguidor ocular mostrará datos más confiables sobre la usabilidad de la interfaz que la Escala de Usabilidad del Sistema así como el Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos.

Estas dos hipótesis las podemos respaldar con el estudio realizado por González y Velásquez (2012) en donde comparan una encuesta realizada por ellos mismos contra el seguidor ocular, dando como resultado que el seguidor ocular muestra entre un 15% al 20% de mejora en la detección.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Actualmente, tanto institutos educativos como empresas públicas o privadas, están haciendo uso del internet para acercar a sus clientes y facilitarles el acceso a la información. Pero con esto, no están tomando en cuenta la usabilidad que es un factor primordial en la realización de interfaces. Para lograr que una interfaz tenga usabilidad, debemos basar su diseño centrado en el usuario. Una interfaz debe ser usable, accesible a la mayor parte de la población humana y por último debe satisfacer al usuario durante su navegación en la interfaz (Lorés, Granollers, & Lana, 2001).

Debido a la importancia que tiene la aplicación de la usabilidad en nuestra vida, se presenta información académica en la que se describe el concepto de usabilidad, así como las técnicas que se pueden utilizar para evaluarla, tanto tradicionales como modernas y su aplicación en el ámbito educativo.

2.1 Usabilidad

Algo importante sobre el diseño de la interfaz, es que sea basado en el usuario y que tenga usabilidad, ya que esto será lo que ayude o complique a los usuarios alcanzar los objetivos que persiguen, por ejemplo encontrar alguna información que necesite el usuario, comunicarse con otras personas, aprender alguna materia, etc. (Hassan, Martín & Iazza, 2004).

El hecho de mejorar la página web para que sea más amigable para el usuario no solo representa mejoras de diseño, sino también, hacer las rutas de navegación mucho más sencillas y atraer usuarios a la página, además de representar un ahorro de tiempo al hacer más fácil su uso. Y por lo mismo un ahorro de dinero al no necesitar de tanto soporte del área de tecnologías de la información (esto último es hablando de un sitio web de una empresa) (Matos, 2013).

La International Organization for Standardization (ISO), define la usabilidad como el “grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que los usuarios específicos pueden lograr objetivos específicos, en contextos de uso específicos” (ISO, 1998).

La usabilidad en cada software puede medirse dependiendo de los objetivos que se necesitan cumplir con su uso y de las personas que lo utilizarán, por ejemplo, hablando de interfaces de aprendizaje en línea, tomaremos en cuenta que sus objetivos son desarrollar habilidades, proporcionar información para distintos grados, es decir, para usuarios de distintas edades e intereses, que su uso no esté limitado a una sola materia a la vez ni para un solo dispositivo por alumno (Díaz et al., 2013).

Jakob Nielsen es uno de los investigadores mayormente reconocidos en esta área y establece que la usabilidad evalúa qué tan fácil de usar es una interfaz para un usuario, evaluando así su calidad.

Desde la visión de Nielsen (1993), podemos observar que la usabilidad se puede definir de acuerdo a 5 atributos que él propone (como se citó en Obeso, 2005):

- Aprendizaje: Esto se refiere a la facilidad con la que un usuario puede interactuar con la interfaz en su primer uso.

- Eficiencia: Cuando los usuarios ya están relacionados con la interfaz, mediremos qué tan rápido pueden llevar a cabo las tareas.
- Memoria: ¿Qué tanto pueden recordar los usuarios acerca de la interfaz, pasado un tiempo de no utilizarla?
- Prevención de errores: Esto se refiere a cuántos y qué tan graves pueden ser los errores cometidos por los usuarios.
- Satisfacción subjetiva: El grado de agrado que sienten los usuarios hacia el sistema.

Para revisar la usabilidad, existen distintos métodos de evaluación que varían en su rigurosidad, costes y conocimientos. Holzinger (2005) clasifica estos métodos en:

- Métodos de inspección de usabilidad: Consiste en que varios expertos inspeccionan las interfaces para encontrar los problemas que se puedan presentar. Aumentando el número de evaluadores, obtendremos una mayor capacidad para encontrar problemas de usabilidad aunque el mejor porcentaje puede ser encontrado si tenemos únicamente 5 evaluadores (Mack & Montaniz, 1994 en Paz, 2014). Que esto mismo lo mencionan Lorés, Sendín y Agost (2001).
- Pruebas de usabilidad: Este es fundamental para conseguir una interfaz con buena usabilidad. Este método nos ayuda a conseguir información exacta sobre la forma en la que los usuarios utilizarán la interfaz, es decir, probar directamente con los posibles usuarios finales nos permitirá observar los errores que se tienen y la manera en que podríamos solucionarlos además de ver la manera en la que realizan las tareas.

El grado de usabilidad que puede tener un sistema es una medida empírica y relativa. Donde empírica hace referencia a que se realizan pruebas para poder medir la usabilidad estas nos arrojan datos cuantitativos y relativa a

que el resultado no es necesariamente algo bueno o malo, realmente depende de los usuarios porque si por lo menos el 80% de ellos fueron capaces de cumplir con la tarea asignada sin ayuda de un experto, entonces cumple con su objetivo (Cuadrat, 2012).

Cuando hacemos una interfaz, es bueno tener en mente que debemos probarla durante todo el proceso de creación, ya que así podremos identificar problemas desde mucho antes y ahorraremos tiempo y dinero al corregirlos antes de que sea muy tarde para efectuar cambios. Estas pruebas se pueden realizar gracias a prototipos de lo que será el producto final (hablando tanto de diseño como de funcionalidad). Los prototipos pueden ser desde dibujos hechos en papel hasta partes de la interfaz ya funcionando (Goldberg & Wichansky, 2003).

Al realizar una página web, comúnmente se piensa que los usuarios van a leer todo lo que se escriba en la página o van a estudiarla minuciosamente para decidir el punto en el que deben hacer clic, cuando en realidad solo van a pasar la vista por encima antes de dar clic en cualquier lugar que les parezca que es lo que necesitan, es decir, realmente no leen e incluso hay lugares del sitio que ni siquiera mirarán (Krug, 2006).

Según Krug (2006) existen diferentes razones por las que los usuarios pasan la vista por encima del texto, algunas de estas son:

- Siempre tenemos prisa: Comúnmente cuando buscamos algo en internet es para ahorrarnos tiempo, pues es un método rápido para encontrar información. No tenemos tiempo de sobra como para leer más de lo que creemos necesario.
- Sabemos que no es necesario leer todo el sitio web: Hojeamos los sitios web porque sabemos que siempre hay información irrelevante y solo

buscamos palabras que nos indiquen el lugar en el que debemos comenzar a leer para encontrar lo que necesitamos.

- Somos buenos haciendo esto: Ya que no solo hacemos esto con los sitios web, sino más bien lo hemos hecho toda nuestra vida con cualquier otro documento, ya estamos acostumbrados a leer por encima y buscar solo lo que necesitamos.

En general, podemos decir que lo que realmente vemos en un sitio web depende mucho de lo que estamos pensando, es decir, no vemos toda la página en sí, más bien vemos solamente una fracción de la página (Krug, 2006).

2.2 Usabilidad en entornos de aprendizaje virtuales

Muchas personas confunden lo que es un aprendizaje en línea y piensan que es sólo subir tareas a cierta plataforma en fechas previamente establecidas, sin embargo, esto no es así. En una interfaz para cursos en línea, se debe cuidar que los estudiantes tengan el material necesario para un buen aprendizaje, así como también, una página web que les permita encontrar fácilmente los recursos disponibles y que no los confunda por lo tanto, la usabilidad en estos sitios es de suma importancia (Díaz et al., 2013).

Las nuevas tecnologías se han convertido en las herramientas que han cambiado la forma en la que los seres humanos realizan sus actividades en distintos ámbitos incluyendo lo laboral y la manera en la que aprenden. Tomando en cuenta lo último, es normal que las escuelas quieran tomar las tecnologías de la información como apoyo para sus programas educativos a tal punto de incluir clases totalmente en línea (Patiño, 2016).

Los sitios web utilizados para aprendizaje en línea, son aplicaciones del tipo cliente/servidor que están en internet, por lo cual, cualquier persona puede acceder a ellos en cualquier momento sin importar el lugar en el que se encuentren como cualquier otro sitio web, lo que los hace distintos es que poseen características muy peculiares puesto que están diseñados para procesos de enseñanza. Debido a que es una página web, se deben seguir ciertos lineamientos para garantizar su buen funcionamiento y para que los estudiantes realmente aprendan (Ferreira & Sanz, 2007).

Cuando se crea una interfaz dedicada al aprendizaje en línea, debemos cuidar muy bien el lugar en el que pondremos la información, tanto escrita como imágenes o videos, ya que esto influye mucho en la manera en la que el estudiante navegará a través del sitio y lo que aprenderá. Por esto mismo, es muy importante que el docente y el diseñador se comprometan a trabajar en equipo para crear una interfaz que cumpla con los propósitos para lo que es creada y como punto de partida para crearla, deben de tener en cuenta el proceso de enseñanza y a su vez los procesos cognitivos que ayudarán a que el estudiante tenga un aprendizaje significativo (Patiño, 2016).

El agregar contenidos a un sitio de enseñanza no debe ser solo por diseño, sino también para que se le facilite al usuario su utilización y la comprensión de los temas que se ven por medio de ese sitio (Patiño, 2016).

La única manera que tendrá el estudiante de aprender por medio de estos sitios es viendo la información que se le proporciona en línea, por esto es fundamental que se elija el medio adecuado para compartir información además de considerar los procesos cognitivos que involucra cada actividad (Patiño, 2016).

Ya que es muy distinta la manera en la que se lee algo de un sitio web a la que comúnmente se utiliza para leer un libro, se debe adaptar para poder mostrarle al alumno no solo texto o imágenes, sino también, vínculos que lo lleven a páginas que son de importancia para los temas vistos en estas clases, videos, íconos, etc., es decir, cosas que ayuden al estudiante a establecer asociaciones y a tener un mejor aprendizaje (Patiño, 2016).

Existen ciertas características que deben cumplir las interfaces para el aprendizaje de manera virtual para tener una buena usabilidad (Díaz et al., 2013):

- Deben de favorecer el aprendizaje.
- El curso debe promover la participación entre los estudiantes.
- Debe tener clara orientación sobre el curso.
- Que no todos los estudiantes deban estar conectados al mismo tiempo para poder ver los comentarios de los demás en algunas secciones de la página web.
- Debe contener espacios para la interacción de los estudiantes.
- El trabajo colaborativo se debe ver facilitado por la interfaz.
- Deben ser sencillas de utilizar, es decir, que cualquier persona aunque no tenga muchos conocimientos sobre computación, pueda utilizarla.
- Favorecer a los estudiantes y maestros para que puedan transmitir información de una manera sencilla y rápida a través de la interfaz.
- Actualizar constantemente el contenido de cada curso.
- Lograr que haya aprendizaje desde cualquier lugar donde se visita la página.
- Permitir que los costos por tomar los cursos se reduzcan.
- Muchas personas pueden utilizar la página.
- Eliminar las barreras temporales, pues un estudiante puede hacer la tarea en el tiempo que lo requiera, sea la hora que sea.

- Pueda ser utilizada en distintos tipos de aparatos, es decir, tablets, celulares, computadoras, etc.
- Permitir que se guarde un historial para que el estudiante pueda ver sus tareas y sus calificaciones y de igual manera el docente pueda ver los trabajos del estudiante y calificarlos.
- Ofrecer distintas maneras de evaluar al estudiante ya que tiene opciones para distintos tipos de tareas.
- Deben de ser cómodos para utilizar además de rápidas y sencillas.
- Debe de tener documentación de apoyo para los posibles cambios que pueden ser realizados a la plataforma.

Es sumamente importante que las interfaces dedicadas al ámbito escolar (enseñanza en línea), cumplan con criterios de usabilidad pues de ellas dependen los estudiantes para aprender y los maestros para transferir sus conocimientos (Díaz et al., 2013).

Se realizó un estudio para determinar los criterios de usabilidad que se deben de seguir para este tipo de páginas y se identificaron como principales los siguientes criterios: operabilidad, factores estéticos, operatividad, consistencia de toda la interfaz, facilidad de uso del sitio web, documentación, entrenamiento, comunicación, facilidad para comprender el sitio y para aprender a utilizarlo (Díaz et al., 2013).

Lo primero que se debe de tener en cuenta al momento de querer analizar un sitio web, es el motivo para el cual fue diseñado, en el caso de los sitios para educación en línea, se debe revisar para qué cursos, carreras, comunidades, características de los estudiantes que lo utilizarán y las posibles limitaciones técnicas que pueden llegar a tener (Ferreira & Sanz, 2007).

Otra cosa importante en un buen diseño de los ambientes virtuales de aprendizaje implica el conocer la cultura de los estudiantes que tendrán acceso

a esta plataforma, ya que a partir de esta se pueden crear algunos puntos a seguir para la creación de los sitios y que sean realmente efectivos para los alumnos (Patiño, 2016).

Los modelos de evaluación de la usabilidad que existen en la actualidad, tienden a analizar los sitios web de aprendizaje en línea revisando las funcionalidades que ofrecen, lo cual no comprende demasiado a lo que viene siendo la usabilidad del sitio o en el mejor de los casos, evalúan que el sitio sea de fácil uso y que cumpla con ciertos estándares (Ferreira & Sanz, 2007).

Ya que el usuario principal de este tipo de interfaces es el estudiante, se debe hacer alguna prueba de usabilidad con usuarios (estudiantes) que cuenten por lo menos con conocimientos mínimos sobre el diseño de software, para que pueda evaluar de una manera más adecuada el sistema y dar una buena retroalimentación al diseñador (Patiño, 2016).

Se debe contar con un modelo de evaluación para estos sitios que esté centrado en usabilidad y que tenga en cuenta tanto a estudiantes como a docentes trabajando con la página (Ferreira & Sanz, 2007).

Para encontrar un modelo con el que se pueda evaluar la usabilidad de un sitio web para educación en línea, se presentarán algunas ideas generales. La estrategia en este caso es contar con cuatro niveles de evaluación (Ferreira & Sanz, 2007):

- El primer nivel analiza las características funcionales que debe de tener la interfaz, como por ejemplo, la organización académica, los cursos, carreras, etc. y en este nivel participarían los especialistas en educación y tecnología.

- En el segundo nivel podemos encontrar a los expertos en usabilidad, quienes deberán realizar una evaluación heurística y un recorrido cognitivo.
- En el tercer nivel, se le aplicaría al usuario un test a base de preguntas, el cual sería un variante del método pensando en voz alta. Para este test es necesario contar con la presencia de un evaluador y algunos de los que serán futuros usuarios los cuales tendrán que realizar una tarea utilizando el sitio frente al evaluador. Es muy importante que no solo sean estudiantes a quienes se les realice este paso sino también docentes, personal administrativo, etc.
- El último nivel sería el encargado de aplicar evaluaciones por el método de cuestionarios, donde aquí también participarían un evaluador y los futuros usuarios solo que en este caso no es necesario que se encuentren uno frente al otro, el usuario deberá realizar las tareas solo y después responder las preguntas, al finalizar esto le envía el cuestionario al evaluador y éste analiza los resultados.

2.3 Métodos de evaluación

Mencionan Lorés, Sendín y Agost (2001) que hay una infinidad de métodos de evaluaciones, pero ellos lo dividieron en tres principales métodos, los cuales son inspección, indagación y test. En inspección hace referencia a un grupo de métodos basados en evaluadores que inspeccionan o comprobar aspectos relacionados con la usabilidad de las interfaces. En indagación, se cita a los usuarios para hablar con ellos y observarlos mientras están haciendo uso del sistema en tiempo real para poder obtener las respuestas de las preguntas que formulamos de manera oral o escrita (Perurena & Moráquez,

2013). Y por último Test donde los usuarios representativos deben de realizar tareas específicas pero ya utilizando el prototipo del sistema o el sistema terminado, en este caso, los resultados son utilizados por los evaluadores para ver cómo funciona la interfaz y cómo ayuda a que los usuarios puedan concretar sus tareas satisfactoriamente (Lorés et al., 2001; Perurena & Moráguez, 2013).

A continuación sólo explicaremos una técnica de cada método, pero no olvidemos que en cada método existen varias técnicas.

Inspección

Uno de los métodos principales de inspección es la evaluación heurística. La evaluación heurística, es un método que está dedicado a encontrar problemas en el diseño de una interfaz. Este método, consiste en revisar la calidad de una interfaz basándose en una serie de principios conocidos como Principios Heurísticos (González, Pascual & Lorés, 2001).

La metodología de la evaluación heurística fue presentada por Nielsen y Molich. Nielsen propone 10 principios heurísticos, los cuales son (Nielsen, 1992, 1994, 1995):

1. Visibilidad del estado del sistema: El sistema debería mantener, en todo momento, informado al usuario respecto a lo que está pasando y dar una retroalimentación adecuada en un plazo de tiempo razonable.
2. Lenguaje común entre sistema y usuario: El sistema debe de hablar el mismo lenguaje que el usuario, lo cual incluye frases, palabras y conceptos que le son comunes o familiares al usuario.

3. Libertad y control por parte del usuario: Los usuarios tienden a elegir las funciones del sistema por algún error (ya sea error de dedo o simplemente porque creyeron que era algo que no es) y necesitan una “salida de emergencia” que esté claramente marcada y tener la opción deshacer o rehacer.
4. Consistencia y estándares: Los usuarios no deberían de preguntarse acerca de distintas palabras o situaciones con un mismo significado, es decir, se deben mantener los términos desde el inicio hasta el final.
5. Prevención de errores: Una manera de prevenir errores es con la opción de confirmar antes de hacer “permanente” una acción.
6. Reconocimiento en lugar de recordar: Se debe minimizar la necesidad de recordar las cosas, haciendo visibles los objetos, acciones y opciones que comúnmente necesitará el usuario.
7. Flexibilidad y eficiencia de uso: El sistema debe ser fácil de utilizar tanto para usuarios expertos como para los inexpertos.
8. Diseño estético y minimalista: Los diálogos no deben de contener información.
9. Ayude a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores: Los mensajes de error deben de ser claros para el usuario común, es decir, que no solo los usuarios que tienen conocimientos avanzados en computación los entiendan (no deben usarse códigos), indicar el problema y sugerir una solución.

10. Ayuda y Documentación: Cualquier información debe ser sencilla de buscar, enfocada en la tarea del usuario, con una lista de pasos a seguir y no tan larga.

Esta técnica, inspecciona también problemas potenciales, ya que el evaluador puede predecir los problemas que un usuario tendrá al utilizar la interfaz y detecta hasta un 42% de los problemas posiblemente graves de diseño y un 32% de los problemas menores, es decir, los que no afectan tanto a la usabilidad de la interfaz (González et al., 2001).

Para llevar a cabo una evaluación heurística, lo primero que debemos hacer es la planificación. En esta etapa, seleccionaremos a los evaluadores que llevarán a cabo este proceso. Se ha observado que distintas personas aplicando los mismos principios heurísticos, encuentran distintos tipos de problemas en la misma interfaz que se está evaluando y es por eso que no se puede confiar en los resultados que arroje una evaluación realizada por un solo evaluador (González et al., 2001). Nielsen y Landauer (1993) proponen que lo ideal es tener entre 3 a 5 evaluadores y que con este número, se podrán encontrar aproximadamente el 75% de los errores (como se citó en González et al., 2001).

Aunque se cree que es mejor una evaluación realizada por expertos en este tema, algunos autores concuerdan que es una buena propuesta involucrar como posibles evaluadores a usuarios e incluso diseñadores de la interfaz (Nielsen, 1992; Muller, Matherson, Page & Gallup, 1998; Granollers, Perdrix & Lorés, 2004).

A continuación, se describe a cada uno de los tipos de evaluadores propuestos (Nielsen, 1992; Muller et al., 1998; Granollers et al., 2004):

- Expertos en usabilidad: Según lo tradicional, son los más apropiados para realizar una evaluación heurística, ya que conocen los criterios heurísticos (Molich & Nielsen, 1990 en González et al., 2001).
- Desarrolladores: Ellos tienden a enfocarse en los problemas técnicos que presenta la interfaz y sugieren cambios que están fuera del alcance de la interacción humano-computadora.
- Usuarios potenciales: Ellos pueden verse confundidos al momento de realizar una evaluación heurística, ya que no saben expresar claramente los problemas que detectan. Sin embargo, si los usuarios tienen algo de conocimiento o son expertos en la interfaz a evaluar, entonces tienden a detectar los problemas de usabilidad de manera eficaz.

Después de tener a los evaluadores, debemos traducir los principios heurísticos en una serie de preguntas y elegir una escala de valores para cada una de las respuestas, ya sea de parámetros numéricos (1, 2, 3,...,5), parámetros alfabéticos (mucho-poco-nada) o alfanuméricos (A1, A2,..., A10). Como resultado de esta etapa, se debe de obtener una especie de planilla en donde se listan los ítems o preguntas a evaluar y se indica la escala de valores a utilizar (González et al., 2001).

El siguiente paso es puntuar el problema de acuerdo a la escala de valores que asignamos en la etapa anterior. Según Nielsen, para puntuar la gravedad de un problema de usabilidad, se deben de tomar en cuenta los siguientes tres puntos (como se cita en González et al., 2001):

- Frecuencia con la que ocurre el problema o fallo.
- Impacto que tiene el problema cuando sucede.
- Persistencia del problema, es decir, si lo resolvemos una vez ¿volverá a aparecer?

Posteriormente, podemos pasar a la discusión. Después de determinar la puntuación de cada ítem, es necesario que se establezca el grado de severidad de cada uno de los problemas que fueron encontrados durante la evaluación, lo cual se realiza distribuyendo la lista completa de errores encontrados por todos los evaluadores y ellos mismos realizan el puntaje (González et al., 2001).

El paso final es el análisis de los resultados obtenidos mediante la evaluación para poder corregir los errores encontrados en la interfaz.

Indagación

Cuestionarios de usabilidad

El utilizar cuestionarios como técnica para evaluar la usabilidad nos permitirá conocer las opiniones que tienen los usuarios sobre el sitio web. Los cuestionarios son creados por los diseñadores del sitio con preguntas que ellos consideran claves para conocer más sobre su trabajo y sobre cómo hacerlo de manera correcta (o más bien de la mejor manera posible para que sea amigable para el usuario). Son útiles en todo el proceso de la creación de una interfaz, ya que nos puede ayudar a saber qué es lo que espera el usuario del sitio, además, si los aplicamos frecuentemente en cada etapa, se ahorrará dinero y tiempo evitando correcciones innecesarias (Obeso, 2005).

Los cuestionarios son menos flexibles que las entrevistas y el análisis de los cuestionarios son mucho más confiables, ya que se analizan con un rigor más alto. Las preguntas de los cuestionarios deben de ser muy claras, porque las contestarán los usuarios directamente, por lo que no debe utilizarse terminología confusa o muy avanzada, esto con el objetivo de que cualquier tipo de usuario pueda responderlas (Matos, 2013).

En esta investigación se utilizaron dos cuestionarios la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) y el Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ (por sus siglas en inglés Computer Systems Usability Questionnaire), los cuales se describen a continuación.

Escala de Usabilidad del Sistema (EUS)

Esta escala, elaborada por Brooke en 1986, fue una de las primeras que surgieron para poder realizar una evaluación de la usabilidad sin necesidad de llevar al usuario a un laboratorio, la escala constó de 10 ítems, de los cuales, 5 eran positivos y los otros 5 eran negativos (Brooke, 1996).

Los ítems de la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS), fueron realizados en base a la definición de Usabilidad que muestra el ISO 9441-11(ISO, 1996; en Brooke, 1996), donde la definen como “el grado en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para lograr una meta específica con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso”.

Los primeros datos psicométricos que fueron reportados de esta escala fueron las mediciones de confiabilidad, donde la EUS se aplicó a 77 usuarios/participantes obteniéndose así un coeficiente de alpha de .85. En el 2008 Bangor, Kortum y Miller realizaron la aplicación de la EUS a una muestra más grande, la cual fue de 2324 usuarios/participantes y ellos encontraron que el coeficiente de alpha fue de .91, lo cual es muy buena confiabilidad (Lucey, 1991, en Sauro & Lewis, 2012; Lewis & Sauro, 2009). Después de esto, Lewis y Sauro (2009) realizaron 324 aplicaciones y mostró un coeficiente de alpha de .92. Como podemos observar con los datos anteriormente mencionados, la EUS demostró desde un principio muy buenos coeficientes de alpha indicando con esto una confiabilidad alta del cuestionario.

Lewis y Sauro (2009) realizaron una investigación para poder conocer la estructura factorial del EUS, en donde aplicaron 324 escalas y compararon los datos de Bangor, et al (2008, en Lewis & Sauro, 2009) y querían obtener con los nuevos datos la confiabilidad y a su vez la validez del EUS. En esta investigación se encontró que en la escala existen dos factores (el grupo de Bangor mencionaba que solo existía un factor). Donde el primer factor corresponde a los ítems 1,2,3,5,6,7,8,9 y lo denominan como Usabilidad; y el segundo factor corresponde a los ítems 4 y 10 donde lo denominan como Facilidad de Aprendizaje (Lewis & Sauro, 2009).

Borsci, Federici y Lauriola (2009) confirmaron, con una muestra italiana de 196 usuarios/participantes, que se presentaba la misma estructura factorial que mencionan Lewis y Sauro (2009), pero con la gran diferencia que estos dos factores (usabilidad y facilidad de aprendizaje) si se correlacionan entre ellos. Después, Borsci et al. (2009) realizaron una investigación en la que comparaban la escala que contenía ítems positivos y negativos (la original) y la que solo contenía ítems positivos y descubrieron que no existía alguna diferencia entre ambas, por lo cual, no afectaba las mediciones si se hacía este cambio, lo único fue que en la versión original, algunos participantes se mostraban confundidos ante algunos ítems, en especial en el ítem 8 ya que la palabra “cumbersome” hacía que los participantes tuvieran que preguntar su significado y esto provocaba sesgos en las respuestas.

Sabiendo esto, Lewis y Sauro (2011) dijeron que se podía usar la escala en versión positiva sin problemas, ya que para el usuario es algo más común y le da más confianza contestar preguntas positivas y al mismo tiempo, el investigador no tendrá errores de codificación.

Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ)

El CSUQ está basado en otro cuestionario, cuyo nombre era Estudio Posterior del Cuestionario de Usabilidad en Sistemas Informáticos (Lewis, 1995) cuyos ítems fueron formulados gracias al apoyo de un grupo de evaluadores de usabilidad. Donde los evaluadores de usabilidad seleccionaron los ítems más adecuados de acuerdo a su contenido sobre la base de lo que ellos consideraban usabilidad. Ellos tomaron en cuenta las características del sistema, como son facilidad de uso, facilidad de aprendizaje, sencillez, eficacia, información e interfaz de usuario.

A partir de este cuestionario surgieron tres versiones, la primera versión contaba con 18 ítems, la segunda versión contaba con 19 y en esta misma versión, Lewis encontró que tres ítems (3, 5, 13) no contribuyeron para la confiabilidad de la escala; por lo cual surgió la versión número 3, en donde el cuestionario PPSUQ (por sus siglas en inglés Post-Study System Usability Questionnaire) contó con tan solo 16 ítems (Lewis, 2002). Este cuestionario fue aplicado en un laboratorio de usabilidad, donde aquí los usuarios manipulaban la interfaz a través de una serie de escenarios y al final respondían este cuestionario. En la primera versión se aplicó a 48 participantes, ya que la muestra fue muy pequeña y esta fue aplicada en un laboratorio de usabilidad, Lewis en 1995 desarrolló el cuestionario CSUQ, que es casi igual al PPSUQ que se aplicó a 325 participantes. El CSUQ se logró aplicar a una mayor cantidad de usuarios ya que no fue aplicado en un laboratorio de usabilidad.

En la versión del CSUQ, en el análisis factorial se encontraron los mismos tres factores localizados en las versiones anteriores, los cuales fueron (Sauro & Lewis, 2012):

- Calidad del sistema: conformado por los ítems del 1 al 6.
- Calidad de la información: conformado por los ítems del 7 al 12.

- Calidad de la interfaz: conformado por los ítems del 13 al 15.

El Cuestionario de Usabilidad en Sistemas Informáticos (CSUQ) fue diseñado y desarrollado para recopilar una mayor cantidad de cuestionarios aplicados fuera posible y de esta manera, poder comparar si la estructura factorial que se había encontrado en el Estudio Posterior del Cuestionario de Usabilidad en Sistemas Informáticos (PPSUQ) estando en un laboratorio, es decir, un ambiente óptimo para aplicar las pruebas de usabilidad, era el mismo que para los cuestionarios que habían sido enviados por correo y respondidos en distintos lugares (en el campo) (Sauro & Lewis, 2012).

Tanto el cuestionario PPSUQ como el CSUQ, han mostrando niveles altos de confiabilidad a través del tiempo, por lo tanto, podemos decir que presentan una buena estabilidad en su consistencia interna a través de las diferentes versiones (PPSUQ v1 .97, PPSUQ v2 .96, PPSUQ v3 .94 y el CSUQ .95) (Lewis, 1995, 2002, Sauro & Lewis, 2012).

En las investigaciones de Lewis (1995), se pudo observar que ambos cuestionarios aquí mencionados (PPSUQ y CSUQ) mostrando una buena validez de constructo. Por lo tanto se pueden utilizar para evaluar la satisfacción general del usuario con respecto a una interfaz.

En el 2004, Tullis y Stetson realizaron un estudio que comparaba distintos instrumentos para evaluar la usabilidad y en este estudio encontraron que el CSUQ se desempeña de buena manera hablando de la medición de las reacciones que tienen los participantes hacia un sitio web. Añadido a esto, se dieron cuenta de que no importaba si la muestra era pequeña, el CSUQ realizaba evaluaciones válidas en todo momento.

Según Lewis (1995), la diferencia que se puede distinguir entre los dos cuestionarios (PPSUQ y CSUQ) es que el primero, sirve para usarse cuando

las pruebas de usabilidad serán realizadas en un laboratorio mientras que el segundo se puede utilizar en pruebas en donde no se les tiene que asignar una tarea para realizar en el momento del estudio sino que basta con que hayan interactuado en algún momento con la interfaz, es decir, en campo.

Test

Existen los llamados test de usabilidad, los cuales, se pueden definir como el proceso que le permitirá al experto entender a los usuarios y aprender de éstos qué tan usable es un producto al tenerlos en observación mientras interactúan con él y de este modo, identificar los problemas que tienen y darles una solución en el futuro. Estos se utilizan habitualmente para revisar el grado de facilidad que tiene una aplicación o un objeto basándose en cuánto se le dificulta al usuario utilizarlo (Cuadrat, 2012).

Este tipo de prueba de usabilidad se trata principalmente de que los usuarios o participantes, realicen una serie de tareas mientras están siendo monitorizados, es por esto que por lo general son aplicadas en laboratorios. Los participantes que se usan para estos estudios se definen de acuerdo al objetivo del test, es decir, pueden o no haber utilizado anteriormente la aplicación o interfaz. Quienes aplican la prueba son los mismos que desarrollan la aplicación a probar (incluyendo otros interesados en conocer la usabilidad de la misma) y estos toman notas acerca de la interacción que tienen los participantes, sus reacciones y los problemas que se presenten (Cuadrat, 2012).

Según Krug (2006) algunas de las cosas más importantes sobre las pruebas de usabilidad son:

- Si se quiere tener un buen sitio web, se debe probarlo antes de su lanzamiento: Cuando se lleva un tiempo trabajando en un mismo sitio web, ya no se puede ver de una manera objetiva, es decir, ya no podemos utilizarlo como si fuéramos usuarios comunes puesto que sabemos demasiado sobre su uso (somos expertos) por lo tanto, si queremos averiguar si realmente está funcionando, debemos hacer pruebas.

Realizando estas pruebas no solamente nos daremos cuenta de los errores, sino también, podremos ver que no todo el mundo piensa como nosotros y por lo tanto podemos adecuarlo a los usuarios de una mejor manera que si no lo probáramos.

- Probar un sitio web con un solo usuario es 100% mejor que no probar con ninguno: Incluso cuando probamos con pocos usuarios, obtendremos resultados sobre los errores que nosotros no vemos o las posibles mejoras que hay, caso contrario a no probar con nadie.
- Probar con un usuario al inicio del proyecto es mejor que hacer pruebas con muchos usuarios al final: Es mejor realizar las pruebas al principio, ya que tenemos tiempo de hacer los cambios pertinentes y hacerlas al final nos quitará tiempo, dinero y esfuerzo.
- La importancia de los usuarios representativos en estas pruebas están sobreestimadas: Es importante probar varias veces durante el proceso de diseño, es por eso que se pueden hacer pruebas con cualquier tipo de usuario y con usuarios representativos (las personas que utilizarán la interfaz en el futuro).
- El hecho de que se pruebe algo no quiere decir que está siendo aprobado o está reprobando: Muchas personas creen que las pruebas

les pueden ayudar a decir si su interfaz es mejor que alguna otra, sin embargo no es esto lo que arrojan los resultados. Lo que estas pruebas nos dicen es si las personas eligen utilizar una interfaz y el porqué.

- Probar es algo repetitivo: Las pruebas son procesos repetitivos puesto que una vez que probamos y encontramos un fallo, nuestro deber es solucionarlo y volver a probar para ver si ya quedó bien, en caso de que no sea así entonces se vuelve a corregir y se prueba hasta que quede una versión buena.

Los test de usabilidad, tienen ciertas características (Cuadrat, 2012):

- Lo que se busca con este tipo de pruebas es que se mejore la usabilidad del producto.
- Los participantes que se incluyan en estas pruebas deben de ser representantes de los que serán los usuarios reales.
- Dentro del estudio, se le aplican a los participantes tareas que se realicen en la vida real.
- Todo lo que los participantes realicen o digan durante la prueba, se debe de observar y anotar.
- Al final, los datos se analizan para poder identificar los problemas que se presenten y resolverlos.

Es buena idea comenzar las pruebas con sitios parecidos a lo que nosotros queremos crear pues podemos darnos una idea de lo que los usuarios esperan encontrar en nuestra página, la manera en la que buscarán la información y cómo utilizarán el sitio (Krug, 2006).

Es importante que no solo hagamos pruebas con usuarios externos sino también con nosotros mismos y que comencemos a pensar en el diseño de la nuestra (Krug, 2006).

En el caso de realizar la prueba con sitios existentes y parecidos a lo que nosotros queremos, habrá dos tipos de pruebas (Krug, 2006):

- De captación: Esta significa que se le muestra el sitio al usuario y se le pregunta si lo entiende o lo capta.
- De tarea clave: En este caso se le pide al usuario que realice alguna tarea y el encargado del sitio debe observar cómo lo hace.

Krug (2006), dice que el número ideal para realizar pruebas de usabilidad es de tres o cuatro por cada ronda ya que así las pruebas se realizan de una manera rápida, los resultados pueden obtenerse el mismo día y por lo tanto, los cambios son inmediatos y no se olvidan, además, cuando se realizan pruebas con más usuarios al mismo tiempo, tienden a realizarse muchas anotaciones que no servirán para nada y estar revisando tanta información de una manera continua es muy cansado.

Otra de las técnicas que se están utilizando en la actualidad son los seguidores oculares, que estos entran dentro de los test (Cuadrat, 2012) y que en la sección 2.4 se explicara en qué consiste, así como la historia del seguidor ocular en el área de interacción humano computadora.

2.4 Seguimiento ocular

El seguimiento ocular tiene cerca de 100 años siendo utilizado en el área de psicología con la finalidad de observar el movimiento que tienen nuestros ojos cuando estamos leyendo, (Shiessl, Duda, Thölke & Fisher, 2003, Poole & Ball, 2005). Actualmente esta técnica sigue siendo utilizada en otras áreas de la psicología como lo es la neuropsicología (Duchowski, 2007; Cipresso et al., 2012), en el área de mercadotecnia (Reutskaja, Nagel, Camerer, & Rangel, 2011; Duchowski, 2007), así como también en las interfaces, revisando si éstas tienen o no usabilidad (Ehmke & Wilson, 2007; Shiessl, Duda, Tholke & Fischer, 2003; Duchowski, 2007; Cutrell, & Guan, 2007; Poole, & Ball, 2005; Rele, & Duchowski, 2005).

Gracias a la hipótesis ojo-mente, podemos saber qué es lo que piensa el usuario si conocemos hacia dónde está mirando, ya que esta nos dice que lo que observa y lo que piensa son básicamente la misma cosa. Debido a esta hipótesis, el uso de seguidores oculares para evaluar la usabilidad de páginas web está creciendo, ya que podemos observar fácilmente lo que en verdad le interesa al usuario, basándonos en sus fijaciones y el tiempo que duran las mismas (Nielsen & Pernice, 2010).

Los campos de percepción visual que podemos distinguir son dos: el primero, la visión foveal que es la que utilizamos al centrar nuestra atención en algo, esta cubre alrededor de 2 grados del campo visual contando con una gran capacidad de definición y el segundo, es la visión periférica la cual tiene una menor definición pero es muy sensible al movimiento (Nielsen & Pernice, 2010). La función principal de la visión periférica es guiar la visión foveal a un punto determinado de atención. En este estudio, el seguidor ocular va a detectar la visión foveal del usuario.

Hablando de movimientos oculares, se dividen principalmente en dos: fijaciones que es cuando el ojo se queda inmóvil en un punto por un periodo de tiempo, por lo general dura de 250 a 600 ms, y los movimientos sacádicos que son los movimientos que realiza el ojo para centrar su atención en otro punto, son movimientos breves que tienden a durar entre 30 a 120 ms. Durante los movimientos sacádicos, el ojo puede viajar hasta 20 grados del campo visual. La información solamente llega al cerebro durante la fijación, ya que durante los movimientos sacádicos, el cerebro deja de procesar información del tipo visual (Jacob, 1995).

Existen distintas métricas para el seguimiento ocular y cada investigador debe elegir las que utilizará en su estudio de acuerdo a las tareas que se van a realizar (Jacob & Karn, 2003). De acuerdo a esto, se han tratado de estandarizar las definiciones para las métricas:

1. Fijación: Posición del ojo en la que es relativamente estable durante un tiempo de por lo general 250 a 600 ms.
2. Duración de la mirada: Indica el tiempo que una persona fija su mirada dentro del área de interés. Esta métrica contempla no solo las fijaciones, sino también los movimientos sacádicos que hay entre ellas.
3. Área de interés: Es el área de la pantalla que resulta de interés para los investigadores y ellos mismos la definen.
4. Ruta de exploración: Es la secuencia de fijaciones que se hacen dentro de un área.

Para que un estudio con seguidor ocular funcione, es importante tener el conocimiento de dos cosas: el movimiento del ojo y la posición de la cabeza del

usuario para poder calcular hacia dónde está mirando exactamente (Nielsen & Pernice, 2010).

El seguimiento ocular consiste en observar hacia dónde está viendo el usuario y seguir los movimientos de sus ojos (Nielsen & Pernice, 2010), así como también encontrar el punto exacto hacia el cual el usuario dirigió su vista en un momento determinado y el camino que siguieron sus ojos en el tiempo en el que utilizó el instrumento (Poole & Ball, 2005).

Lo que el seguidor ocular hace es seguir el movimiento del ojo, además de detectar los cambios de dilatación en ambas pupilas y la frecuencia con la que el usuario parpadea para determinar el punto en el que se fija la mirada en una página web (Matos, 2013).

El seguimiento ocular es una técnica en donde se graba al ojo y sus movimientos mientras que el usuario está visualizando un estímulo en la pantalla de la computadora (Ehmke & Wilson, 2007).

Con el Seguidor ocular, no solo se pueden realizar estudios de páginas web, también se pueden crear algunos que contengan texto, imágenes o videos y cada uno nos muestra cosas distintas dependiendo del sujeto, ya que no todos observarán lo mismo ni la misma cantidad de tiempo que otros. Hablando de estudios de interfaces, existe un factor a analizar y es el hecho de que algunos participantes ya interactuaron anteriormente con la página, por lo cual no tendrán la necesidad de buscar con tanto detenimiento o simplemente no tendrán que buscar nada en comparación con los que desconocen por completo la página web (Guerrero, 2014).

El primer estudio del que se tiene registro utilizando el seguidor ocular fue el de Dodge y Cline (1901) en donde presentaban un método para poder grabar el movimiento de los ojos de una manera correcta y al mismo tiempo,

grababan los datos que representaban las mediciones de la velocidad angular del movimiento que realizaban los ojos cuando estaban en condiciones normales. Lograron hacer esto, ya que crearon su propio aparato con el que podían realizar las grabaciones y después analizar los datos.

Una de las primeras técnicas que surgieron en el seguimiento ocular (económica y simple), fue la de grabar mediante electrodos en la piel (ver Figura 2.1). Los electrodos de córnea se pegan a la piel alrededor del ojo y pueden medir los cambios en la orientación debido a la diferencia de potencial que produce el ojo al moverse. Sin embargo, esta técnica es poco confiable, ya que puede medir más los movimientos de los ojos que el momento en el que el ojo se encuentra fijo, cubre mayor rango de movimientos, pero con menos precisión. Este método es especialmente útil para diagnosticar problemas neurológicos revelados en los movimientos de los ojos (Nielsen, 1995).



Figura 2.1. Ejemplo de seguidor ocular por medio de electrodos. Thite & Brown, (s.f.) The history of Eye tracking [Figura].

Esta es la técnica más precisa, pero menos amigable para el usuario. Se trata de un instrumento físico que se adjunta al ojo. Un lente de contacto hecho para encajar en forma precisa sobre la córnea en el cual se aplica una pequeña succión para asegurar el lente en su lugar (ver Figura 2.2). Esta es solo utilizada en prácticas experimentales, es decir en estudios de laboratorio. Este lente de contacto es muy extraño, incómodo e interfiere cuando el usuario quiere parpadear y solo cubre un rango limitado de movimientos (Nielsen, 1995).

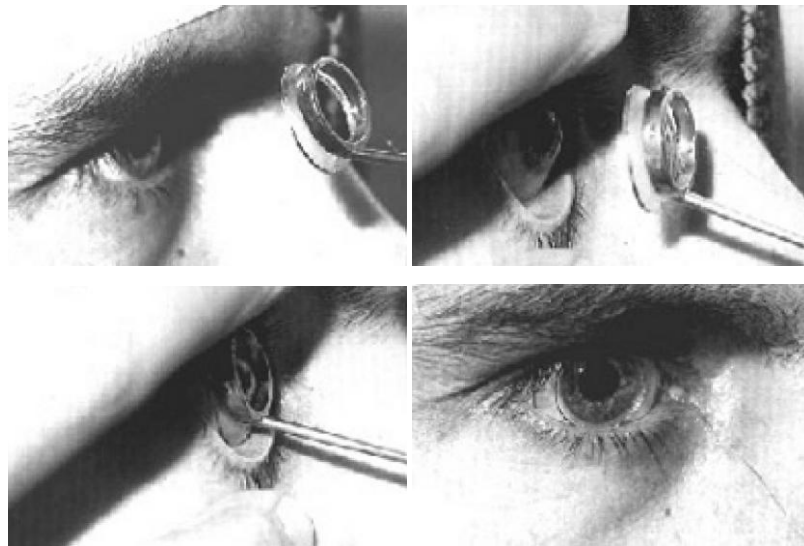


Figura 2.2. Ejemplo de seguidor ocular por lentes de contacto. Thite & Brown, (s.f.) The history of Eye tracking [Figura].

Otra de las técnicas utilizadas para poder aplicar el seguimiento ocular, consiste en una especie de casco que se le pone al usuario y que registra el movimiento que siguen sus ojos (Jacob & Karn, 2003). Este método es bastante útil en los casos en los que los usuarios no pueden permanecer quietos, o bien, en aquellas tareas en donde les es forzoso moverse y no pueden mantener la vista en el mismo lugar ni el cuerpo en la misma posición por periodos largos de tiempo.

Las técnicas más prácticas tienen como base una cámara que no requiere contacto, es decir, no es invasiva para el usuario haciendo el estudio mucho más cómodo y natural. Esta última técnica consiste en un monitor con una cámara especial localizada debajo de éste (ver Figura 2.3), donde el usuario solo debe sentarse frente a la pantalla e interactuar como normalmente lo haría, pero sin moverse mucho para no perder la calibración del equipo (ver Figura 2.4).

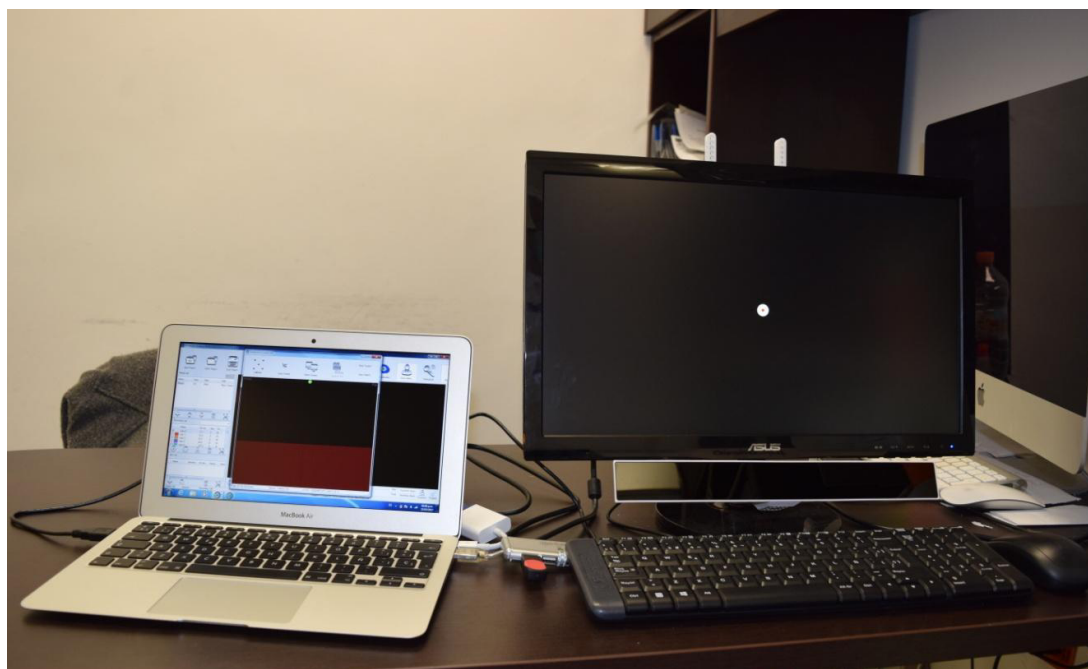


Figura 2.3. Ejemplo de seguidor ocular por cámara.



Figura 2.4. Imagen del usuario frente al monitor que se utilizó para el estudio con seguidor ocular.

Este tipo de seguidores funciona en base a “córnea-reflexión” (Mulligan, 1997). La cámara tiene luces infrarrojas, las cuales se dirigen hacia los ojos para que sean más sencillas de rastrear (no incomodan al usuario ya que no las ve directamente). La luz entra en la retina y gran parte de ella se refleja y hace que la pupila parezca un disco brillante. Cuando el software del equipo detecta el centro de la pupila y la ubicación del lugar donde se refleja la luz infrarroja en la córnea, mide la distancia entre ellos y hace algunos cálculos para determinar el punto que necesita (Poole & Ball, 2005).

Los seguidores oculares que están basados en video, deben de calibrarse para cada persona puesto que el ojo y el movimiento para cada uno son distintos. El proceso de calibración sólo es “seguir puntos” (ver Figura 2.5). En la pantalla aparecerá una serie de puntos (por lo general son 5 ó 9) que el

usuario deberá seguir para calibrar el aparato (Goldberg & Wichansky, 2003). Mientras mayor sea la cantidad de puntos que el usuario debe seguir con la mirada, mayor será la precisión con la que quedará la calibración.



Figura 2.5. Usuario realizando la calibración del seguidor ocular

Durante el proceso de calibración, al usuario le aparecerá una pantalla negra con círculos cuyo perímetro y centro son color blanco (ver Figura 2.6). Esta comprobación consiste en que el investigador le pida al usuario que enfoque su mirada hacia el punto, la zona en la que está observando el usuario se mostrará con un pequeño punto color verde y debe coincidir con la parte de la pantalla que el investigador pidió que observara.



Figura 2.6. Usuario realizando comprobación de la calibración del seguidor ocular.

Los movimientos que se detectan, como ya se mencionó anteriormente, son los movimientos sacádicos y las fijaciones de cada usuario.

Los movimientos sacádicos son aquellos que hace el ojo entre una fijación y otra con una duración de 30 a 120 ms. Si el usuario tiene un momento de regresión, es decir, durante el movimiento sacádico se regresa al punto anteriormente fijado, puede significar que esa información es difícil de entender; por lo tanto, a mayor cantidad de movimientos sacádicos mayor búsqueda de información está realizando el usuario (Kotval & Goldberg, 1998).

Las fijaciones son los movimientos que hace el ojo al centrarse en un punto fijo, tiene una duración de 250 a 600 ms. Mientras más dura la fijación puede significar dos cosas, dificultad para entender la información ó el usuario está interesado en lo que ve o lee (Kotval & Goldberg, 1998; Jacob & Karn, 2003).

Los seguidores oculares muestran los resultados de distintas maneras, por ejemplo:

- Por usuario: Aquí sólo muestra la información obtenida del estudio de un usuario a la vez poniendo puntos y líneas para representar los movimientos sacádicos y las fijaciones, son conocidos también como diagramas de visión (ver Figura 2.7). El tamaño de cada punto representa la cantidad de tiempo que el usuario pasó fijando la mirada en esa área, los puntos llevan un número dentro de ellos ya que representan la secuencia de las fijaciones (ver figura 2.8) (Nielsen & Pernice, 2010).

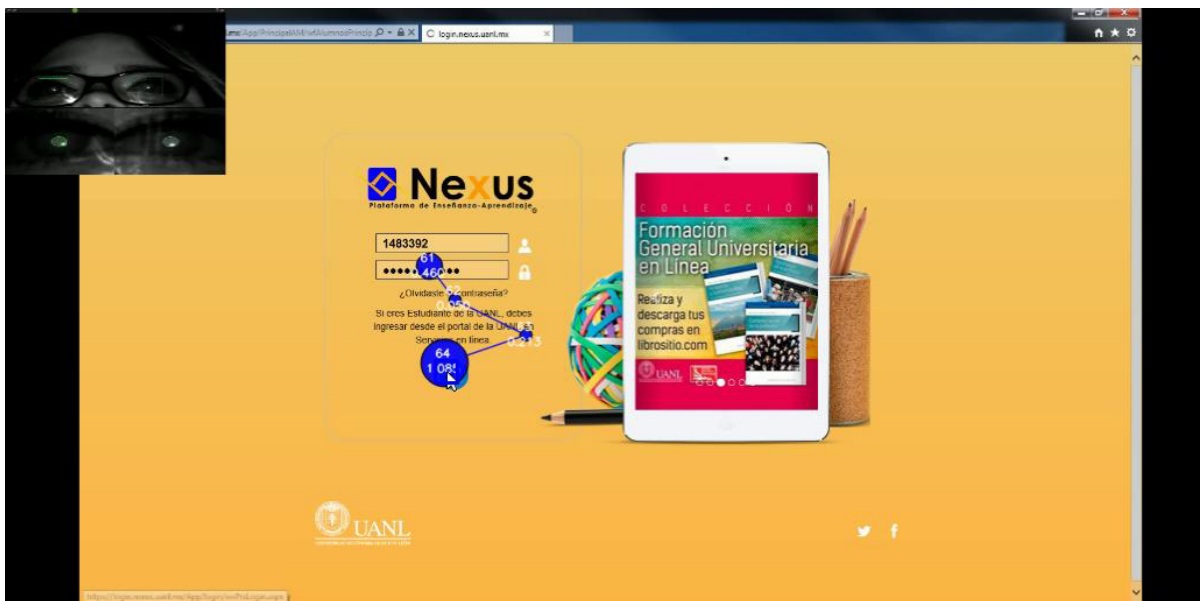


Figura 2.7. Ejemplo de diagrama de visión.

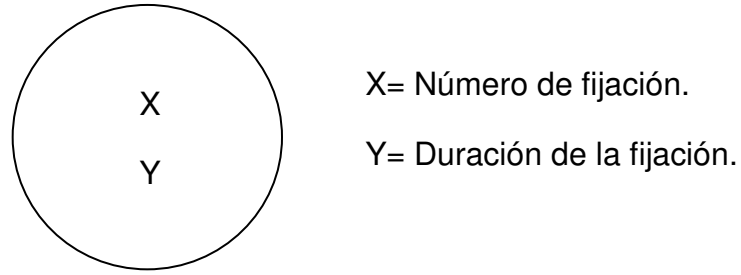


Figura 2.8. Ejemplo de datos dentro de los círculos de las fijaciones.

- Mapas de calor: Muestra la información obtenida del estudio de un grupo de usuarios mediante “mapas de calor” (ver Figura 2.9) para definir qué partes de la interfaz son los más vistos.

Los mapas de calor son la técnica que más se utiliza para poder visualizar los resultados de una grabación con seguidor ocular, aquí se pueden observar las pantallas que se han utilizado para el estudio con un grupo de colores para demostrar los lugares que más han sido observados. Este tipo de mapas no sólo se utilizan para demostrar la cantidad de usuarios que han mirado en cierto punto, sino también, para demostrar la cantidad de tiempo que esas áreas han sido observadas (Nielsen & Pernice, 2010).

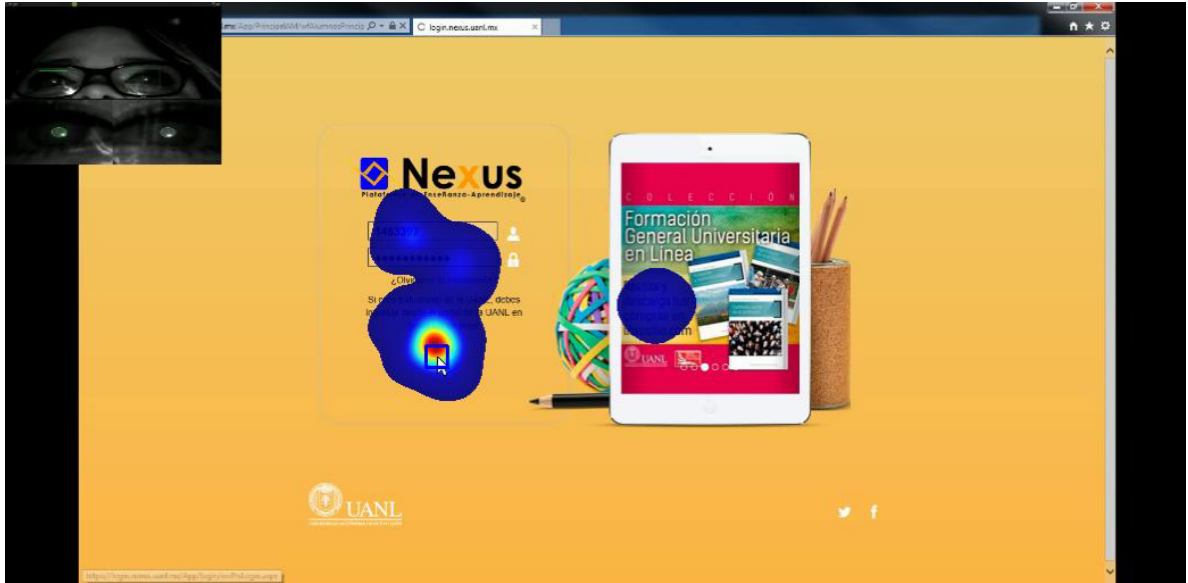


Figura 2.9. Ejemplo de mapa de calor.

- Mapa de zonas ciegas: Estos mapas son parecidos a los mapas de calor mostrándonos las partes de la interfaz que han sido vistas por el usuario, sin embargo, estos mapas son más sencillos de interpretar puesto que en lugar de mostrarte por colores las zonas simplemente las muestra iluminadas y lo que el usuario no ve lo muestra en negro (ver Figura 2.10) (Cuadrat, 2012).

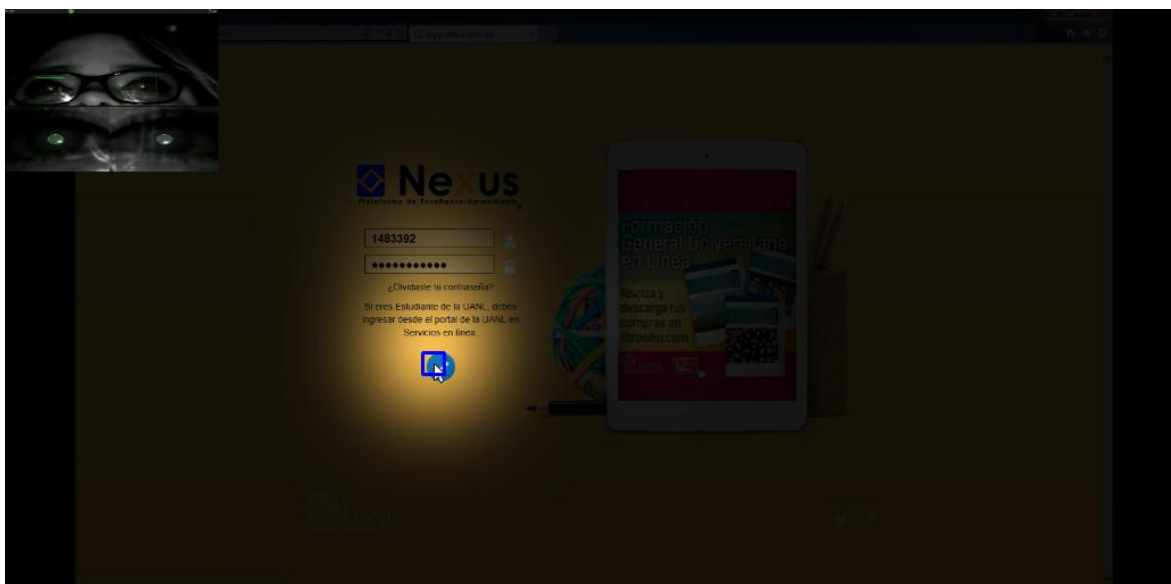


Figura 2.10. Ejemplo de mapa de zonas ciegas.

Las pruebas de usabilidad con seguidor ocular generalmente se llevan a cabo en laboratorios donde se cuenta con todo el equipo necesario para su realización. Estos laboratorios suelen tener dos salas separadas por un vidrio. En la primera sala, se colocan los instrumentos necesarios para realizar el estudio, es decir, es el cuarto en donde los usuarios se encuentran realizando el test y en la otra sala se encuentran los evaluadores observando al usuario realizar la actividad. El cristal que separa estas salas debe ser de visibilidad en un solo sentido, es decir, que los evaluadores tengan la posibilidad de ver al usuario pero que este no pueda observarlos, esto con el fin de que el participante se sienta cómodo y que no tenga distracciones (Cuadrat, 2012).

El equipo que debe estar en la sala del usuario debe ser todo lo necesario para la realización del estudio, es decir, monitor, mouse, teclado, escritorio, silla y de ser posible una cámara y micrófono para grabar cualquier comentario que haga el usuario durante la prueba, mientras que en la sala de observación se necesita un escritorio, sillas y una computadora con el programa para registrar los datos que grabe el seguidor ocular y posteriormente analizarlos (Cuadrat, 2012).

Lo importante de que exista un laboratorio de usabilidad es que, es el ambiente exacto que necesita un usuario para realizar la tarea que se le asigna y que, al mismo tiempo, los investigadores puedan observar lo que hace, cómo lo hace y las fallas que puede llegar a tener la página web (Rodríguez, Vera, Marko, Merchán & Valles, 2016).

Los estudios de seguidor ocular, deben de ser planeados para que el usuario utilice el equipo como si estuviera en su propia casa, es decir, igual de cómodo y realizando tareas que normalmente harían. Si los investigadores le piden a los usuarios realizar tareas que son poco realistas, entonces sus resultados no serán confiables y habremos realizado el estudio en vano (Nielsen & Pernice, 2010).

Es muy importante también dejar a los usuarios un poco de libertad, por ejemplo, dejar que lean lo que desean en un sitio web o que realicen tareas que ellos mismos crean convenientes, ya que esto nos dirá la manera en la que realmente ve un usuario la página cuando no está siendo sujeto de investigación (Nielsen & Pernice, 2010).

Dentro de los estudios de seguidor ocular, existen 3 roles principales para los involucrados en el estudio (Cuadrat, 2012):

- **Facilitador:** Este rol es muy importante, ya que es la persona del equipo que va a interactuar con el usuario, quien le dará indicaciones para realizar el estudio, le dirá los pasos a seguir, las tareas a realizar y al momento de terminarlo es quien lo entrevistará en caso de que sea requerido en la prueba.
- **Observador:** Ellos son quienes observan la pantalla del software que registra los datos además de que toma notas, controla los tiempos e informa de cualquier problema que haya durante la prueba.

- Personal de servicio técnico: Es quien instala los equipos de ambas salas y da soporte en caso de alguna falla.

El número de participantes requeridos para cada estudio, dependerá de lo que se está evaluando. Generalmente, los estudios que se realizan con seguidor ocular requieren de pocos participantes para poder obtener datos confiables, entre 6 y 30 son los que se consideran necesarios (Goldberg & Wichansky, 2003, Pernice & Nielsen, 2009; Nielsen & Pernice, 2010). Nielsen & Pernice (2010) dicen que para poder realizar un mapa de calor confiable de una página determinada, se necesitan de un mínimo de 30 usuarios en un estudio con seguidor ocular. En otro de sus libros, Pernice & Nielsen (2009) dicen que para cada mapa de calor que se quiera hacer con los resultados de un estudio con seguidor ocular, se debe considerar tener por lo menos 39 participantes ya que lo mínimo para que un mapa de calor sea confiable es tener 30 respuestas pero siempre habrá algunas que no se puedan utilizar por errores.

Ya que muchos estudios con seguidor ocular resultan poco fiables, Nielsen & Pernice (2010) proponen 3 criterios importantes para lograr que no suceda esto:

- Usuarios representativos: Debemos encontrar usuarios que se adapten al público a quien está dirigido nuestro sitio web pues no es lo mismo que personas adultas utilicen un sitio dirigido hacia niños o estudiantes, así como tampoco es lo mejor probar sitios de empresas con personas a quienes no les interesa. Ellos no podrán decirnos lo que le hace falta a la página o lo que esperan encontrar en ella ni tampoco los errores que ven.

- Realización de tareas realistas: El error más común que cometen los investigadores de usabilidad es darle a los usuarios tareas que no son realistas. Muchos de ellos piden a los participantes que vean un sitio y les digan lo que piensan de él, sin embargo, comúnmente los usuarios no están observando el sitio ni dando su opinión sobre el diseño, sino utilizándolo y es por esto que es mejor darles actividades a realizar con las que estén familiarizados o que simplemente naveguen a través de las páginas sin analizarlas.
- Una amplia variedad de sitios web: el último criterio es la variedad de sitios que se utilizarán en el estudio. En los estudios de consultoría se prueba un solo sitio a la vez y no hay nada malo con eso, el punto es que esa información servirá únicamente para ese sitio y no para sitios parecidos o cualquier otra página web, es decir, si descubrimos algo sobre ese sitio, no sabremos si ese algo es característica de sí mismo o de sus usuarios.

Los seguidores oculares pueden tener ciertas limitantes, como lo son el tener problemas al momento de tratar de seguir los ojos de usuarios que utilizan lentes de armazón, lentes de contacto (de algunas marcas o tipos como el lente rígido), usuarios con pupilas muy grandes o con ciertas enfermedades en los ojos, ya que todos estos factores evitan que exista la reflexión que el instrumento necesita para poder detectar la mirada del participante. Otra limitante es, cuando en el estudio se encuentran tareas donde se requiere que el usuario tenga que moverse, por lo cual, el seguidor ocular no podrá detectar el ojo del usuario.

Existen distintos criterios para una correcta elección del seguidor ocular (Ellis et al., 1998):

- Que sea algo que no llame mucho la atención del usuario, para que no lo distraiga y que al mismo tiempo sea cómodo.
- Que no sea complicado de utilizar en usuarios ni en investigadores, es decir, que no sea complicado recolectar datos a través de su software.
- Que distintos usuarios puedan utilizarlo sin problema.
- Que sea preciso en cuanto a la medición de la mirada del usuario.
- Que no tenga un rango limitado de rastreo de la mirada.
- Que ofrezca una tasa alta de muestreo.
- Que sea un equipo que se adapte al presupuesto que se tiene.
- Que sea un equipo que permite la utilización de aplicaciones populares entre los usuarios y al mismo tiempo, grabar su uso.
- Que ofrezca buenas herramientas para la recolección de los datos y el análisis de los mismos.

Con este tipo de tecnología, podemos realizar estudios para encontrar, de una manera efectiva, las partes más importantes de una página web, es decir, lo que más usuarios ven dentro de un sitio (también llamados Website Keyobjects) de una manera más eficiente en comparación a como lo hacían anteriormente (Velásquez, 2013).

Ya que el seguidor ocular no solo graba las fijaciones de los usuarios sino también el tiempo que pasaron observando ciertos lugares y las zonas de la pantalla que nunca voltearon a ver, podemos analizar su comportamiento total y nos ayudará a ver más allá para obtener mejores resultados de usabilidad de los diseños web (Nielsen & Pernice, 2010).

Existen muchos estudios con respecto a lo que motiva al usuario a mirar hacia cierto punto de la interfaz y las zonas de las imágenes que observa, algunas de las razones que suponen influyen al usuario son: las áreas con imágenes, los lugares que el usuario recuerda o donde espera que se

encuentre la información y necesidades de información del usuario y sus tareas (Buscher, Cutrell & Morris, 2009).

Nielsen & Pernice (2010) dicen que existe la verificación post-clic, que es aquella en la que el usuario se queda observando el vínculo seleccionado mientras espera a que la siguiente página se cargue y esto lo hace porque no está seguro de haber dado clic en el lugar correcto.

Mencionan también la mirada post-clic, que es la que hacen cuando la página anterior no se ha quitado y esta no es por indecisión o desconfianza de no haber elegido el vínculo correcto, sino más bien es solo una mirada de espera a la siguiente página (Nielsen & Pernice, 2010).

La mirada permanente, es cuando el sitio web no ha cargado y el usuario se queda mirando a un punto fijo en la pantalla en blanco, esto no quiere decir que ese punto le interese, sino que no tiene otro lugar al cual mirar pues toda la página está completamente vacía (Nielsen & Pernice, 2010).

Existe la mirada impaciente que es la que hacemos todos comúnmente, cuando un sitio está comenzando a cargarse, no esperamos a que esté completo sino que vamos observando cada parte de la página que termina de cargarse (Nielsen & Pernice, 2010).

La mirada residual es aquella que hacemos cuando nos quedamos mirando a un punto en una página anterior y cuando carga una nueva ese mismo punto es lo primero que vemos (Nielsen & Pernice, 2010).

2.5 Usabilidad y Seguidor ocular

Como se ha mencionado, los seguidores oculares han sido utilizados desde hace más de 100 años en distintos campos, sin embargo, fue hasta 1949 que Paul Fitts y sus colegas utilizaron este instrumento para realizar un estudio con la finalidad de estudiar el movimiento que realizan los ojos de los pilotos sobre el tablero de control del avión y responder cuánto tiempo observaban cada instrumento, durante las maniobras, cuántas veces observaban el tablero de control. Este fue conocido como el primer caso de aplicación de seguimiento ocular en ingeniería de usabilidad, que es, el estudio de la manera en que lo usuarios realizan las interacciones con los productos para poder mejorarlos como mejor convenga (Fitts, Jones & Milton, 1949).

En el año de 1958, Mackworth & Mackworth, desarrollaron un nuevo avance para el área de Interacción Humano-Computadora (IHC) que fue el poder ver lo que el usuario veía, es decir, los movimientos de los ojos de los usuarios superpuestos en las pantallas que el participante visualizaba y además podían grabar dichos movimientos.

En 1980, las computadoras comenzaron a tener un gran auge entre la población y esto llevó a que los investigadores se preguntaran de qué manera podrían utilizar el seguidor ocular para poder estudiar la IHC y de esta manera resolver los problemas o dudas que tenían con respecto al uso de menús y comandos, e incluso, los primeros estudios que realizaron fueron dirigidos hacia la población con discapacidad (Jacob & Karn, 2003).

En la actualidad, el uso del seguidor ocular en el área de IHC, se enfoca más hacia el estudio de la usabilidad en las interfaces y a utilizarlo como un dispositivo de entrada, lo cual no es muy conveniente, por ejemplo, si lo utilizáramos como dispositivo de entrada, podríamos fijar la mirada en algún objeto o parpadear si queremos seleccionarlo, sin embargo, algunos

movimientos de los ojos son inconscientes e involuntarios, por lo que se tendría que agregar un dispositivo de comandos por voz o algún instrumento que complemente al seguidor ocular para poder trabajar correctamente (Jacob & Karn, 2003).

Los seguidores oculares tienen mucho tiempo siendo utilizados para estudiar la usabilidad, sin embargo, muchos no los prefieren, ya que tienen un costo alto (Manhartsberger & Zellhofer, 2005).

Manhartsberger y Zellhofer (2005), mencionan que algunos de los problemas comunes de usabilidad que podemos tratar con el uso del seguidor ocular son:

- Los usuarios no leen, escanean la página: Los usuarios tienden a realizar un escaneo en la página en lugar de una lectura buscando información o palabras claves que les proporcionen lo que buscan de una manera rápida.

Esto lo podemos comprobar, ya que con el seguidor ocular vemos lo que el usuario ve y cuánto tiempo pasa observando el mismo punto. La ingeniería de usabilidad dice que es muy importante saber qué partes del texto son las que el usuario en realidad está leyendo.

- Problemas de redacción: Muchos problemas relacionados con la usabilidad vienen como consecuencia de una mala redacción, ya que el usuario no comprende lo que está escrito en el sitio, lo que causa que pase una gran cantidad de tiempo tratando de descifrar qué es lo que quiere decir el diseñador de la página web. Si el problema de redacción se encuentra en un link, causará que el usuario no lo use por no entender o simplemente porque no quiere averiguar de qué se trata. El uso de seguidor ocular para tratar este problema no ayuda mucho, ya

que no nos da respuestas a preguntas específicas. Sin embargo, la recolección y análisis de datos es más rápida y sencilla, por lo que podemos detectar errores de una manera más fácil.

- Estándares web: Utilizar estándares para el diseño de aplicaciones o de sitios web es lo más adecuado, puesto que los usuarios no tienen que aprender más de una vez cómo utilizarlos. Con el uso de seguidores oculares, podremos observar hacia dónde dirige la mirada el usuario cuando está buscando algo, es decir, en dónde espera encontrarlo y con esto mejorar el diseño de la interfaz.
- No es de fácil comprensión: La comprensión sencilla de los elementos en un sitio web es algo sumamente importante, ya que es lo que le dice al usuario para qué sirven los elementos y le ayuda a identificar lo que necesita rápidamente. Con el seguidor ocular podremos revisar si los elementos son fáciles de comprender al momento de observar qué tanto tiempo pasó el usuario mirando el objeto y si lo utilizó para lo que está diseñado.
- Mal diseño de la información: En ocasiones, se diseñan las páginas a como el creador lo entiende, sin embargo, se debe considerar que no todas las personas entendemos las cosas de la misma manera y hacer un estudio con seguidor ocular nos podría ayudar a saber de qué manera podremos poner la información de acuerdo a los lugares donde los usuarios esperan que se encuentren y de la manera más sencilla posible para ellos.
- Cosas que llaman la atención equivocadas y el llamado efecto vampiro: A veces, los diseñadores ponen, dentro de la interfaz, objetos que atraen la atención del usuario, sin embargo, no siempre son los correctos o están en los lugares más indicados, por lo que se causa el efecto

vampiro que es llamar la atención completa del usuario, lo cual no permite que se concentre en otras áreas de la interfaz y no permita que el usuario cumpla con su objetivo (realizar una compra, una búsqueda, etc.).

CAPÍTULO III

MÉTODO

El presente proyecto se dividió en 3 etapas, la primera fue la estandarización al idioma español de dos cuestionarios, el Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ) y la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS); la segunda etapa fue la aplicación de estos cuestionarios a los alumnos que serían la muestra para este proyecto y por último la utilización del seguidor ocular. Tanto los cuestionarios como el seguidor ocular se utilizaron para evaluar la usabilidad de la plataforma NEXUS.

Etapas 1

Estandarización

Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ)

- Participantes

El cuestionario fue aplicado a 237 participantes los cuales eran estudiantes de 4 carreras distintas, 119 pertenecían a la carrera Ingeniero Administrador de Sistemas (IAS), 3 a la carrera Ingeniero en Tecnología de Software (ITS), 26 a la carrera Ingeniero Mecánico Administrador (IMA) y 89 a la carrera Licenciado en Psicología. La cantidad de participantes del sexo femenino fue de 129 y de sexo masculino fueron 108, la media de edad de estos participantes fue de 21 años.

- Instrumento

Como instrumento, tuvimos el CSUQ versión 3, el cual está conformado por 16 ítems (Sauro & Lewis, 2012) y presentó una confiabilidad de .89 con una validez de constructo de 3 factores los cuales son: calidad del sistema, de la información y de la interfaz. Para adaptar este cuestionario, se hizo uso de la traducción inversa en donde 3 expertos bilingües en usabilidad trabajaron en conjunto. Primero, dos de ellos realizaron la primer traducción al español de manera individual y cotejaron sus traducciones, después el tercer experto tradujo el cuestionario en español al idioma inglés. Por último, los tres expertos cotejaron sus versiones para poder obtener la versión que se quedaría como final.

El cuestionario en idioma español (la versión final) fue implementado en la plataforma Google Forms, esto fue hecho de esta manera para poder capturar en un solo lugar las respuestas de todos los participantes. La escala que fue utilizada para las respuestas fue la escala de Likert de 7 niveles, donde iban de totalmente en desacuerdo (utilizando el 1 para esto) a totalmente de acuerdo (utilizando el 7), a pesar de que en la versión original (en inglés) la escala se utilizaba de manera contraria (Lewis, 1995, 2002; Tullis & Stetson, 2004; Sauro & Lewis, 2012). Ya que en el 2012, Sauro y Lewis indicaron que la escala que se utilizó en el cuestionario original era apta para aplicarse de manera invertida sin que esto afectara de alguna manera su efectividad, se tomó la decisión de utilizarla invertida al ver la familiaridad que se tiene en nuestro contexto cultural de utilizar el extremo derecho para estar de acuerdo y el izquierdo para estar en desacuerdo.

Para identificar si las respuestas provenían de un hombre o mujer, además de otros datos necesarios, se agregó una sección en donde los participantes respondían unas preguntas sobre sus datos personales, tales como edad, tiempo de experiencia en el uso de la plataforma, carrera que estaba cursando y sexo.

- Procedimiento

Se les invitó a los estudiantes a participar de manera voluntaria en la investigación, informándoles a los participantes que su información personal sería tratada de manera confidencial. La invitación se hizo de manera personal a través de la red social de Facebook, así como también por correo electrónico. A través de medios electrónicos, se les envió la dirección web desde la cual podían acceder los participantes a contestar el cuestionario en la plataforma Google Forms. Los participantes tardaron menos de diez minutos en responder el cuestionario.

Escala de Usabilidad del Sistema (EUS)

- Participantes

Para la versión original de la escala, hubo un total de 243 participantes los cuales eran estudiantes de 4 carreras distintas, 121 pertenecían a la carrera Ingeniero Administrador de Sistemas (IAS), 4 a la carrera Ingeniero en Tecnología de Software (ITS), 33 a la carrera Ingeniero Mecánico Administrador (IMA) y 85 a la carrera Licenciado en Psicología. La cantidad de participantes del sexo femenino fue de 129 y de sexo masculino fueron 114, la media de edad de estos participantes fue de 21 años. Para la versión positiva de la escala, hubo un total de 173 participantes los cuales eran estudiantes de 2 carreras distintas, 103 de la carrera Ingeniero Administrador de Sistemas (IAS) y 70 de la carrera Licenciado en Psicología. La cantidad de participantes del sexo femenino fue de 99 y de sexo masculino fueron 74, la media de edad de estos participantes fue de 21 años.

- Instrumentos

Como primer fase, se utilizó el EUS original, el cual está conformado por 5 ítems positivos y 5 negativos (Brooke, 1996), presentando una confiabilidad de .91 y también la validez de constructo de dos factores los cuales eran

usabilidad y facilidad de aprendizaje (Lewis & Sauro, 2009). Como segunda fase, se aplicó también el EUS versión positiva el cual está conformado por 10 ítems, todos positivos, con una confiabilidad de .96 (Lewis & Sauro, 2012) y con una estructura factorial igual a la mencionada por ellos.

Para adaptar estas dos escalas (versión original y versión positiva), se hizo uso de la traducción inversa en donde 3 expertos bilingües en usabilidad trabajaron en conjunto. Primero, dos de ellos realizaron la primer traducción al español de ambas escalas de manera individual y cotejaron sus traducciones, después el tercer experto tradujo las escalas en español al idioma inglés. Por último, los tres expertos cotejaron sus versiones para poder obtener las escalas que se quedarían como versión final.

Ambas versiones, ya traducidas, fueron presentadas a los participantes a través de la plataforma Google Forms, esto para que se pudieran recopilar la mayor cantidad de respuestas posibles. Para las respuestas, se utilizó una escala de Likert de 5 niveles, los cuales iban desde 1 con totalmente de acuerdo a 5 con totalmente en desacuerdo.

Para identificar si las respuestas provenían de un hombre o mujer, además de otros datos necesarios, se agregó una sección en donde los participantes respondían unas preguntas sobre sus datos personales, tales como edad, tiempo de experiencia en el uso de la plataforma, carrera que estaba cursando y sexo.

- Procedimiento

Para las dos versiones se les invitó a los estudiantes a participar de manera voluntaria en la investigación, informándoles a los participantes que su información personal sería tratada de manera confidencial. La invitación se hizo de manera personal a través de la red social de Facebook, así como también por correo electrónico. A través de medios electrónicos, se les envió la

dirección web desde la cual podían acceder los participantes a contestar los cuestionarios en la plataforma Google Forms. Los participantes tardaron menos de cinco minutos en responder las dos escalas.

Etapas 2

Aplicación de CSUQ y EUS.

- Participantes

La muestra consistió en 30 estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León que se encontraban cursando el octavo semestre de la carrera Ingeniero Administrador de Sistemas, con una media de edad de 22.5 años, y una distribución de 62.068% hombres y 37.931% mujeres.

Originalmente, la muestra consistió de 30 participantes, sin embargo, los datos de uno de ellos tuvieron que ser descartados porque durante su aplicación con el seguidor ocular hubo fallas con el internet y no se consideró para el análisis global.

- Instrumentos

Los cuestionarios Escala de Usabilidad del Sistema EUS (Apéndice A) (cuyo coeficiente de Alpha de Cronbach fue de .92) (Hedlefs & Garza, 2016) y Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ (Apéndice B) (cuyo coeficiente alpha de Cronbach fue de .97) (Hedlefs, de la Garza, Sánchez & Garza, 2015) se realizaron en línea en la plataforma Google Forms por lo que los usuarios los respondieron en una computadora portátil MacBook Air con una pantalla de 11 pulgadas.

- Procedimiento

A los estudiantes se les invitó a participar de manera voluntaria por medio de un grupo de facebook y durante las clases de interfaces computacionales.

Cuando un usuario accedía a participar en el estudio, se le asignaba un día y horario para que acudiera a la oficina donde lo realizaría.

Lo primero que se hacía era entregarles un consentimiento informado (Apéndice C) en el cual se les explicaba en qué consistía la prueba y que sus datos personales serían tratados de forma anónima.

Después de que firmaran el consentimiento y accedieran a participar en el estudio, se le entregó al alumno la computadora con los cuestionarios ya abiertos y listos para que los respondiera (ver Figura 3.1).

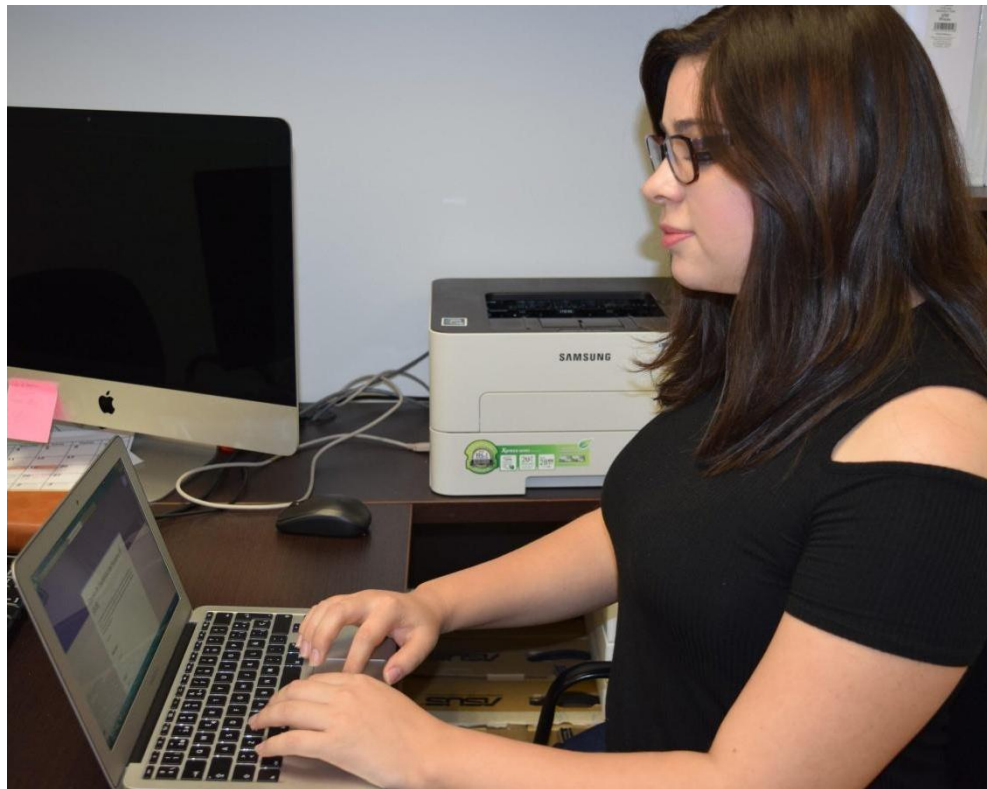


Figura 3.1. Podemos observar al participante contestando los cuestionarios.

Etapas 3

Seguidor ocular

- Participantes

La muestra consistió en 29 estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León que se encontraban cursando el octavo semestre de la carrera Ingeniero Administrador de Sistemas, con una media de edad de 22.5 años, y una distribución de 62.068% hombres y 37.931% mujeres.

Originalmente, la muestra consistió de 30 participantes, sin embargo, los datos de uno de ellos tuvieron que ser descartados porque durante su aplicación hubo fallas con el internet.

- Instrumentos

Se utilizó el seguidor ocular Gaze Point GP3 y el software de análisis Gaze Point Analysis Pro. La interfaz analizada fue www.nexus.uanl.mx la cual fue presentada a los alumnos que sirvieron como muestra a través de un monitor independiente de 19.5 pulgadas que contaba con su mouse y teclado independiente. Tanto el teclado y mouse como el monitor que veían los alumnos, estaban conectados a una laptop, la cual nos servía para tener abierto el software y que en esa misma se grabarían los datos para, posteriormente, analizarlos.

- Procedimiento

Se le pedía al usuario que se sentara, de manera natural, frente al monitor que tenía el seguidor ocular y se pusiera a una distancia de 80 centímetros, la cual era lo suficientemente cómoda como para utilizar mouse y teclado sin problemas. Se les daban las siguientes instrucciones:

“Ahora vamos a pasar al estudio con seguidor ocular. Vas a tomar asiento en esta silla sin moverla por favor, en caso de que sea necesario

acomodar el instrumento o el monitor lo haré yo. Lo primero que vamos a hacer es calibrar el equipo. La calibración consiste en que tú vas a observar la pantalla, en ella te aparecerán nueve puntos, te irán apareciendo de uno por uno en color blanco y conforme se vayan haciendo pequeños cambiarán de color a rojo y te aparecerá el siguiente punto, lo único que tienes que hacer es seguirlos con la mirada, es decir, en este punto aún no vas a utilizar teclado o mouse.

Vamos a realizar la calibración las veces que sean necesarias hasta que la comprobación nos dé el resultado esperado.

Una vez que el seguidor ocular esté bien calibrado no vas a poder girar la cabeza, acercarte o alejarte del monitor ni tampoco voltear hacia arriba o hacia abajo bruscamente para no perder la calibración y comenzar todo de nuevo, lo que sí puedes hacer es bajar la mirada hacia el teclado cuando lo necesites, después de eso vamos a proseguir con el estudio el cual yo iniciaré desde mi computadora. Para este estudio debes acceder a NEXUS, si tú lo haces por medio del SIASE entonces vas a hacer lo siguiente: te abriré en el explorador la página de NEXUS y tú cambiarás la dirección URL por la de la página del SIASE y entrarás como siempre lo haces, si accedes por medio de NEXUS entonces en cuanto se abra el navegador puedes entrar de manera normal.

Una vez dentro de NEXUS vas a entrar a la materia de la Dra. Isalde y vas a buscar la tarea llamada “Actividad seguidor ocular”, cuando accedas a la tarea subirás la tarea que se llama “Tarea piloto” la cual se encuentra en mis documentos en esta misma máquina”. Al terminar de subir la tarea puedes cerrar sesión y yo te cierro el estudio desde mi computadora.

Recuerda que compartimos mouse y teclado, sin embargo yo utilizaré el que viene integrado a la computadora y tú los que tienes frente a ti, en cuanto te abra el estudio y te avise que ya puedes comenzar, te daré acceso a ellos.

¿Tienes alguna duda con respecto a las instrucciones? y de no ser así por favor ¿puedes repetir los pasos a seguir para realizar el estudio?”.

Cuando se comprobaba que las instrucciones habían sido entendidas al 100%, se procedió a calibrar el instrumento (ver Figura 3.2) y después a realizar el estudio.

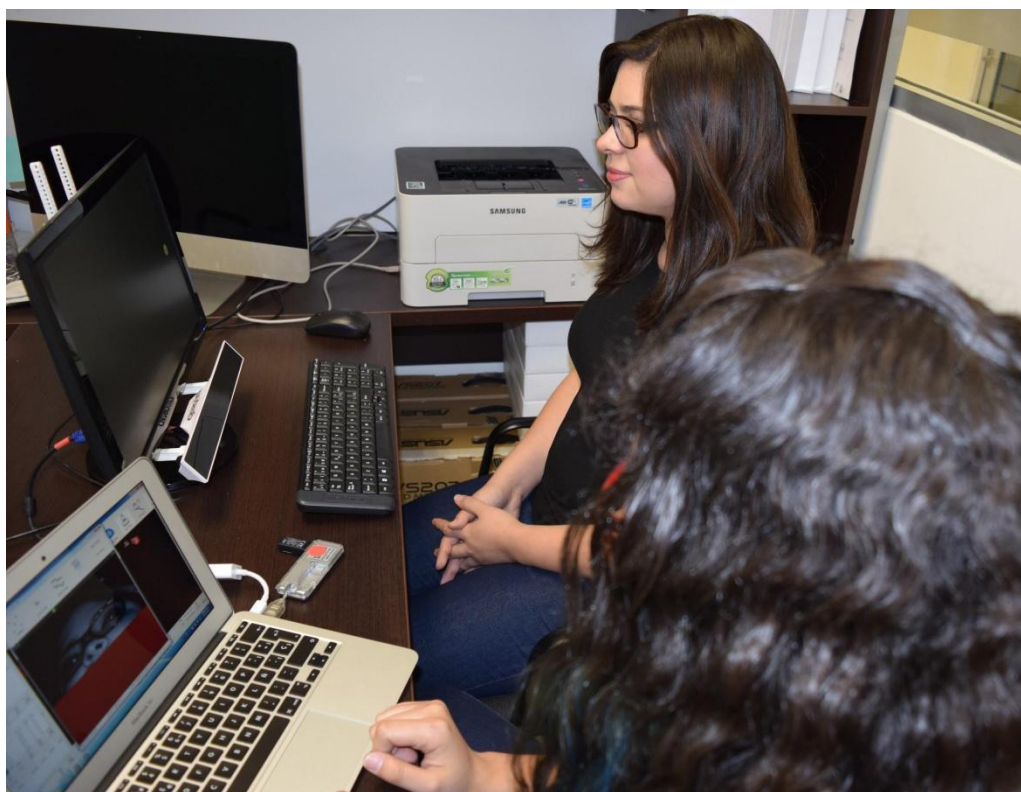


Figura 3.2. Se puede observar al participante calibrando el seguidor ocular.

El estudio consistió en que el alumno accediera a su cuenta en www.nexus.uanl.mx utilizando su matrícula y contraseña. (ver Figura 3.3 y 3.4).



Figura 3.3. Ya que se tuvo calibrado el seguidor ocular, se procedió a la aplicación del estudio.



Figura 3.4. Podemos observar al participante realizando estudio con seguidor ocular.

Durante el estudio, el software del seguidor ocular se encargará de grabar lo que el participante haga, es decir, sus fijaciones, los movimientos sacádicos y clics).

Existieron casos en los que el instrumento no podía calibrar bien con la luz encendida por lo que se tomó la decisión de que en esas ocasiones, se realizara el estudio con la luz apagada, siempre y cuando al participante no le afectara la condición, esto resolvió el problema y se pudo seguir adelante con la prueba. Encontramos que todos estos usuarios tenían algo en común, utilizaban lentes sin antirreflejante por lo que la luz del foco se les reflejaba en la mica de los anteojos y el seguidor lo tomaba como si se tratara de la pupila.

Se llegó a la conclusión de que el uso de anteojos o lentes de contacto no era un impedimento para que el usuario acudiera a realizar el estudio con seguidor ocular.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

A continuación se procederá a describir los resultados por cada etapa que se describió en la sección de método. Primeramente se presentarán los resultados de la estandarización del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ) y de la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS). Después se procederá a presentar los resultados del CSUQ y EUS de los 30 usuarios, en donde primero se mostrará las gráficas de satisfacción percibida de la interfaz NEXUS y al final se presentarán las gráficas donde se evalúa la usabilidad de la interfaz NEXUS. Ya por último, se presentarán los resultados obtenidos del seguidor ocular, aquí se mostrarán mapa de calor, el mapa de zona ciega y diagramas de visión del usuario. Para terminar este capítulo se realizará un análisis comparativo de las escalas (CSUQ y EUS) y el seguidor ocular.

Resultados de la Etapa 1 Estandarización del CSUQ y EUS

Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos (CSUQ)

Se obtuvieron los siguientes resultados del cuestionario CSUQ. En el cuestionario global de 16 ítems se encontró que el coeficiente alpha de Cronbach fue de .97, en la prueba de esfericidad de Bartlett salió significativo $p < .001$ y el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de .95, lo cual significa que es viable realizar el análisis factorial. Con los datos anteriores, se procedió a realizar el análisis factorial exploratorio (AFE) y se encontró un solo factor y su porcentaje de varianza explicada fue de 66.98%. Por último, se realizó el AFE forzando este análisis a tres factores (Calidad del Sistema, Calidad de la

Información y Calidad de la Interfaz), ya que los autores que se consultaron para realizar esta investigación, marcaban su existencia y se quería comprobar. En AFE nos arrojó que si se presentan los tres factores (ver Figura 4.1), donde aquí la varianza explicada fue de 77.48 %. En el AFE se encontraron los tres factores con sus respectivos ítems los cuales se pueden ver en la Tabla 4.1.

Las gráficas de sedimentación (ver Figura 4.1, Figura 4.2 y Figura 4.3) fueron realizadas con el software Statistical Product and Service Solutions (SPSS).

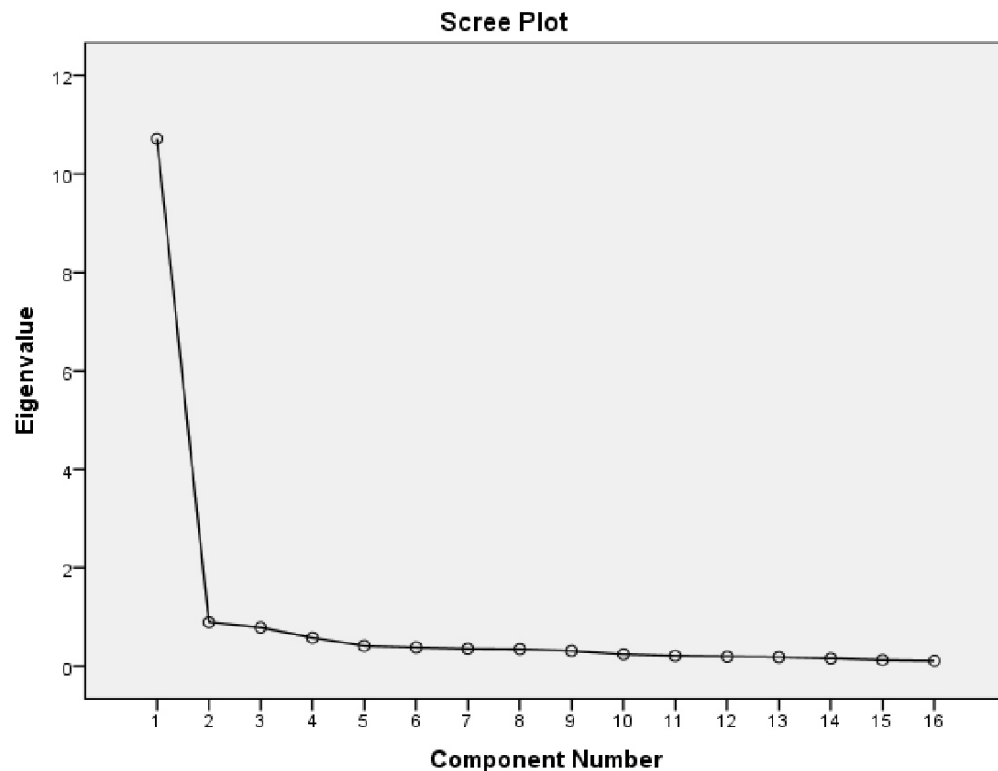


Figura 4.1. Gráfica de sedimentación del Cuestionario CSUQ de 16 ítems.

Tabla 4.1. Matriz de componentes rotados con los 16 ítems.

Matriz de Componentes Rotados			
Componentes			ÍTEM
FACTOR 3	FACTOR 2	FACTOR 1	
.71	.43	.30	2
.81	.27	.35	5
.79	.23	.34	6
.22	.30	.74	7
.21	.36	.73	8
.41	.29	.74	9
.42	.34	.69	10
.42	.35	.70	11
.36	.42	.70	12
.23	.71	.46	13
.28	.81	.35	14
.20	.63	.55	15
.34	.73	.47	16
.58	.59	.29	1
.52	.62	.23	3
.39	.70	.35	4

En el factor 1 (calidad de la Interfaz) el coeficiente alpha de Cronbach fue de .93, en el factor 2 (calidad de la información) el coeficiente de alpha fue de .94 y el factor 3 (calidad del sistema) su coeficiente fue de .88.

Se observó que tres ítems (1, 3 y 4), según Lewis y Sauro (2012) estos se encuentran agrupados en el factor 3 (calidad del sistema) y en nuestro estudio estos tres ítems cargaron en el factor 2 (calidad de la interfaz). Esto lo podemos observar en la Tabla 4.2 de la matriz de correlación, en donde los ítems 4 y 14 muestran una correlación de .78 y los ítems 4 y 16 tienen correlación de .79 (en negritas).

Tabla 4.2. Matriz de correlación.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	-															
2	.77	-														
3	.70	.67	-													
4	.69	.63	.70	-												
5	.68	.73	.61	.62	-											
6	.61	.67	.58	.60	.78	-										
7	.57	.54	.52	.60	.52	.47	-									
8	.58	.58	.52	.60	.49	.53	.70	-								
9	.63	.63	.57	.63	.68	.58	.68	.64	-							
10	.61	.62	.60	.64	.65	.64	.62	.65	.75	-						
11	.64	.62	.62	.62	.66	.61	.63	.62	.78	.78	-					
12	.66	.64	.59	.67	.63	.61	.63	.69	.73	.77	.81	-				
13	.65	.61	.61	.67	.57	.52	.58	.60	.62	.70	.66	.68	-			
14	.70	.65	.64	.78	.59	.57	.55	.60	.62	.64	.66	.68	.79	-		
15	.59	.54	.63	.62	.57	.55	.57	.63	.68	.67	.67	.69	.72	.74	-	
16	.76	.67	.68	.79	.66	.60	.62	.64	.70	.71	.73	.78	.77	.83	.80	-

Todos los valores tienen una $p < .001$

Por lo cual, se procedió a realizar los mismos análisis, pero eliminando estos tres ítems (1, 3 y 4), ya que la redacción de estos era muy parecida con los de los ítems 4 y 16, al final quedaron solo 13 ítems a evaluar en el cuestionario.

En el cuestionario de 13 ítems se obtuvo un coeficiente de alpha fue de .96, la prueba de esfericidad de Bartlett salió significativo $p < .001$ y el índice de KMO fue de .95. En el análisis factorial exploratorio (AFE) salió un solo factor con 67.9% de varianza explicada, después se procedió a realizar un análisis factorial de tres factores (Ver Figura 4.2), donde arrojó un 79.7% de varianza explicada. En este análisis se encontraron los tres factores con sus respectivos ítems, los cuales se pueden ver en la Tabla 4.3.

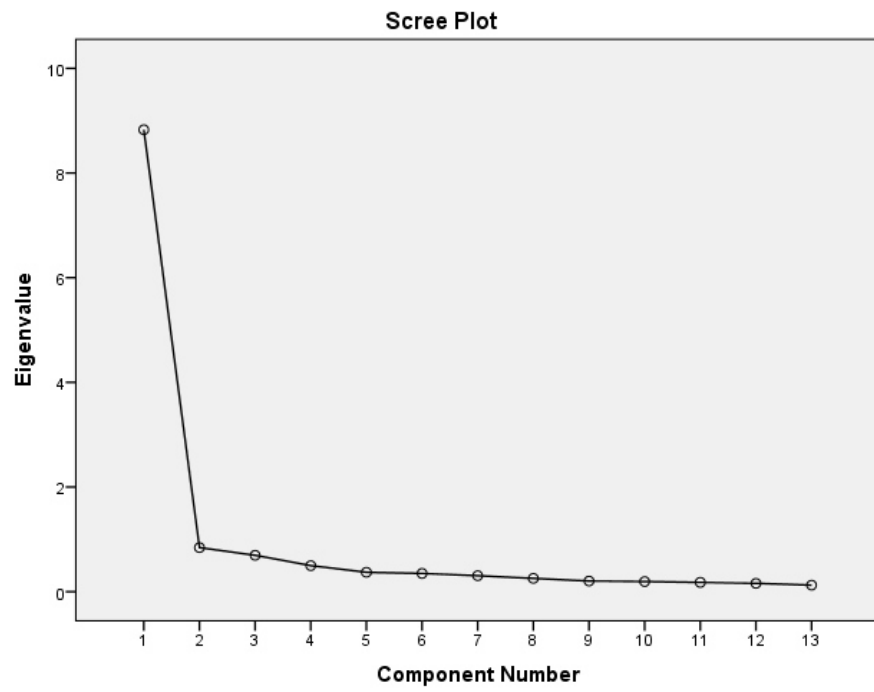


Figura 4.2. Gráfica de sedimentación del Cuestionario CSUQ de 13 ítems.

Tabla 4.3. Matriz de componentes rotados con 13 ítems.

Matriz de Componentes Rotados			
Componentes			ÍTEM
FACTOR 3	FACTOR 2	FACTOR 1	
.70	.32	.38	2
.84	.28	.29	5
.83	.25	.26	6
.21	.82	.25	7
.22	.76	.36	8
.45	.68	.35	9
.47	.59	.43	10
.46	.61	.44	11
.41	.61	.50	12
.28	.35	.79	13
.34	.27	.82	14
.26	.41	.74	15
.38	.40	.75	16

En el factor 1 (calidad de la interfaz) el coeficiente alpha fue de .93, en el factor 2 (calidad de la información) el coeficiente de alpha fue de .93 y el factor 3 (calidad de sistema) su coeficiente fue de .88.

Se puede observar que el cuestionario de 13 ítems mostró mejores resultados tanto en la varianza explicada, como la distribución de los ítems con sus respectivos factores como lo señala la literatura. En el ítem 16 cambió del factor 2 al 1, sin embargo, su contenido es de una evaluación general, por lo que se puede aceptar este cambio en su ubicación, sin que afecte en el resultado final.

Escala de Usabilidad del Sistema

En la versión original del EUS se obtuvo un coeficiente de Alpha de Cronbach de .59, mientras que en la prueba de esfericidad de Bartlett salió significativo $p < .001$ y el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de .84, por lo que se procedió a realizar el análisis factorial exploratorio (AFE). Esto mostró que existen tres factores y que su porcentaje de varianza explicada fue de 62.80 %. En el factor 1 estaban los ítems 1, 3, 5, 7 y 9, es decir, los ítems positivos, mientras que en el factor 2 se encontraban los ítems 8, 4 y 10, y en el factor 3 los ítems 2 y 6. Es decir, los ítems negativos se distribuyeron entre los factores 2 y 3.

Se procedió a realizar un AFE forzando el análisis a dos factores, tal como se marca en la literatura. Donde se encontró el porcentaje de varianza explicada fue 52.78, menor al primer AFE. En este análisis en el factor 1 se colocaron todos los ítems positivos y en el factor 2 todos los ítems negativos.

En la versión positiva del EUS se obtuvo un Coeficiente de Alpha de Cronbach de .92, mientras que la prueba de esfericidad de Bartlett salió significativo $p < .001$ y el índice KMO fue de .90, lo cual significa que es factible realizar el análisis factorial. Luego se procedió a realizar el AFE, encontrándose un solo factor y un porcentaje de varianza explicada de 58.07 %. La Figura 4.3 muestra la sedimentación de los factores y la Tabla 4.4 las cargas factoriales.

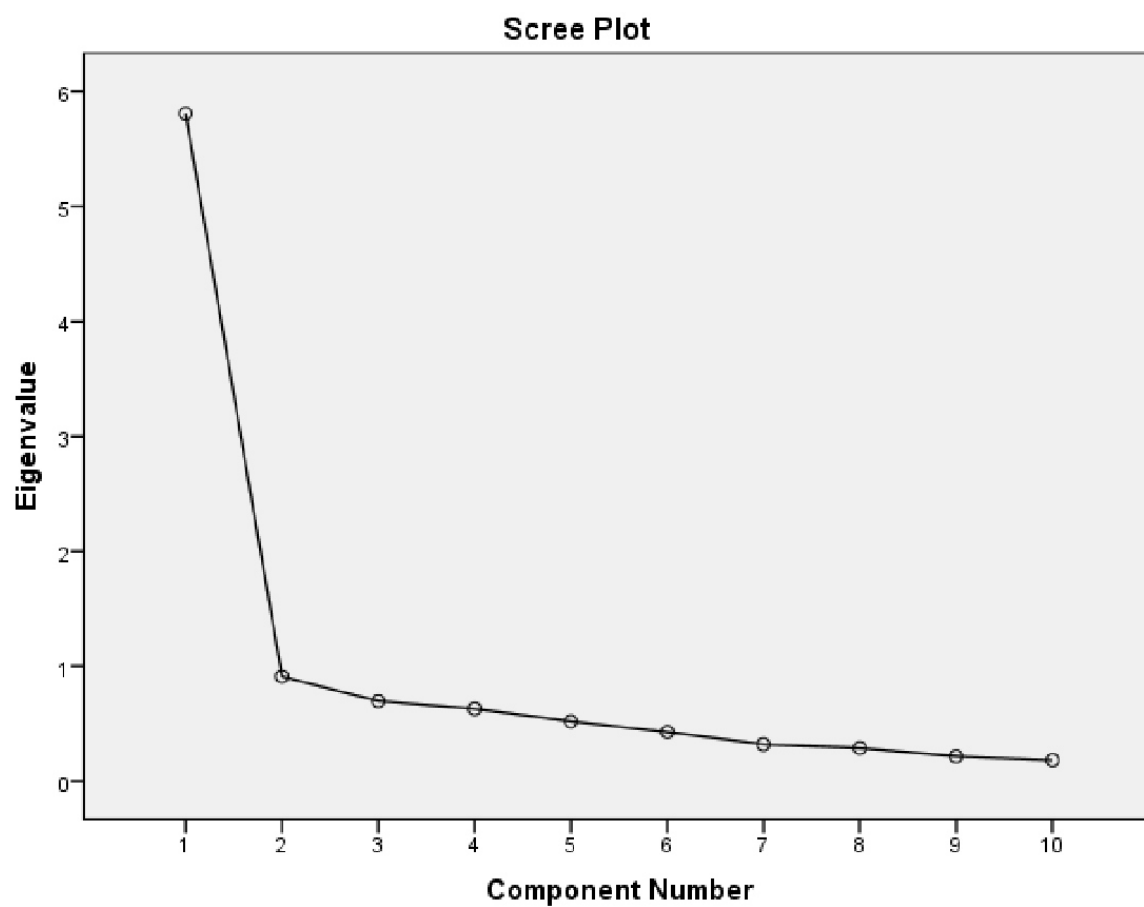


Figura 4.3. Gráfica de sedimentación versión positiva del EUS.

Tabla 4.4. Matriz de componentes de la versión positiva del EUS con sus respectivas cargas factoriales.

Matriz de Componentes	
Componentes	
FACTOR 1	ÍTEM
.668	1
.832	2
.818	3
.660	4
.838	5
.694	6
.820	7
.805	8
.796	9
.653	10

Por último, se realizó el AFE, forzando dicho análisis a dos factores tal como señala la literatura. Se intentó comprobar su existencia. El AFE arrojó que si se muestran los factores antes mencionados (ver Figura 4.3), con una varianza explicada de 67.18 %, ya que anteriormente se obtuvo un 58.07% de varianza explicada; por lo cual se justifica todavía más el haber forzado el AFE a dos factores. También se encontraron los dos factores con sus respectivos ítems (ver Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Matriz de componentes rotados de la EUS versión positiva.

Matriz de Componentes Rotados		
Componentes		ÍTEM
FACTOR 2	FACTOR 1	
-.007	.821	1
.398	.736	2
.462	.675	3
.817	.234	4
.419	.730	5
.268	.660	6
.297	.723	7
.317	.760	8
.539	.594	9
.829	.216	10

En el factor 1 (usabilidad), el Coeficiente de Alpha de Cronbach fue de .92, mientras que en el factor 2 (facilidad de aprendizaje) el Coeficiente de Alpha de Cronbach fue de .70.

Se puede observar, que la versión positiva del EUS muestra mejores resultados tanto en la varianza explicada como en la colocación de los ítems con sus respectivos factores, tal como se menciona en la literatura.

Resultados de la Etapa 2 Aplicación del CSUQ y EUS

En el CSUQ se obtuvo una coeficiente de Alpha de Cronbach de .94. El promedio resultante de los 29 usuarios, fue de 4.56, que si redondeamos a 5 veremos que se encuentran algo satisfecho con la interfaz NEXUS. Este cuestionario presenta un nivel mínimo de 1 y un nivel máximo de 7, donde el 1

representa totalmente en desacuerdo y el 7 totalmente de acuerdo. En la Tabla 4.6 se desglosa los niveles de respuesta.

Tabla 4.6. Niveles de respuesta del CSUQ.

Niveles de respuesta	
1	Totalmente en desacuerdo
2	Muy en desacuerdo
3	Algo en desacuerdo
4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
5	Algo de acuerdo
6	Muy de acuerdo
7	Totalmente de acuerdo

Por lo que se puede observar, en los usuarios a los cuales se les aplicó el cuestionario tuvieron algo de acuerdo con la satisfacción que tienen percibida de la interfaz NEXUS. Después se procedió a obtener el promedio por cada factor, recordemos que esta tiene 3 factores, donde el factor 1 es calidad de la interfaz, el factor 2 es calidad de la información y el factor 3 es calidad del sistema.

En la Figura 4.4 se ven los promedios por cada factor, donde se puede observar que los 29 participantes se encontraron algo de acuerdo con respecto a la calidad del sistema de la interfaz NEXUS y se mostraron ni de acuerdo ni en desacuerdo en la calidad de la interfaz y la calidad de la información de la interfaz NEXUS.

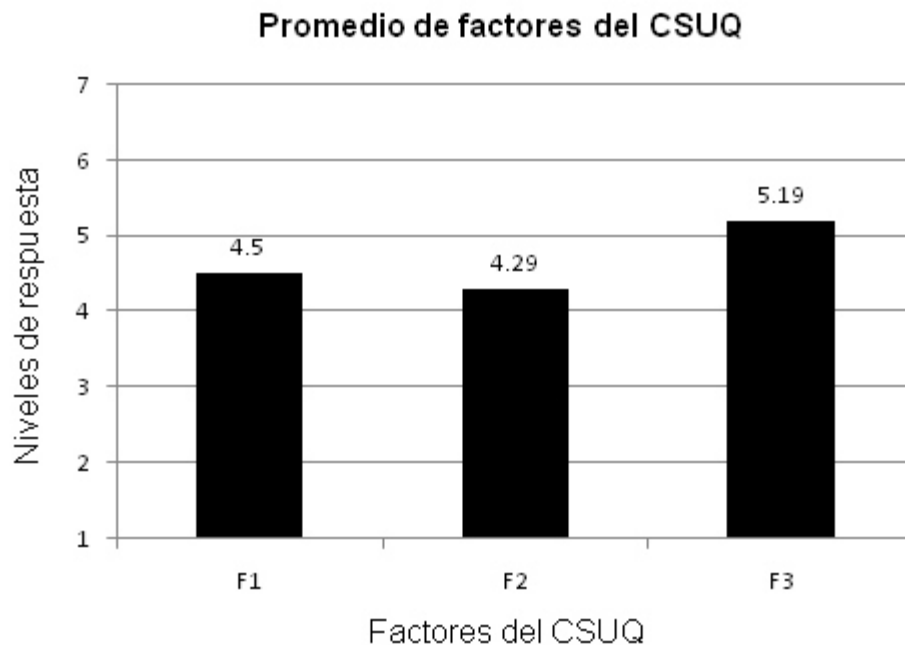


Figura 4.4. Promedio de cada factor del CSUQ.

En la EUS se obtuvo un Coeficiente de Alpha de .86, por lo cual es muy bueno. Después se procedió a sacar el promedio de la escala, el cual fue de 65.51, donde esta escala va de 0 a 100, lo cual significa que la interfaz NEXUS no cuenta con un nivel adecuado de usabilidad.

De acuerdo a la percepción de los participantes en el factor 1, están en desacuerdo con que la interfaz presenta usabilidad. En el factor 2 se obtuvo una calificación de 3.25, lo que significa que los participantes no están de acuerdo con que la interfaz es de fácil aprendizaje, pero tampoco están en desacuerdo con esto, esto lo podemos interpretar como que no están difícil de utilizar, pero tampoco es lo más sencillo de hacer (ver Figura 4.5).

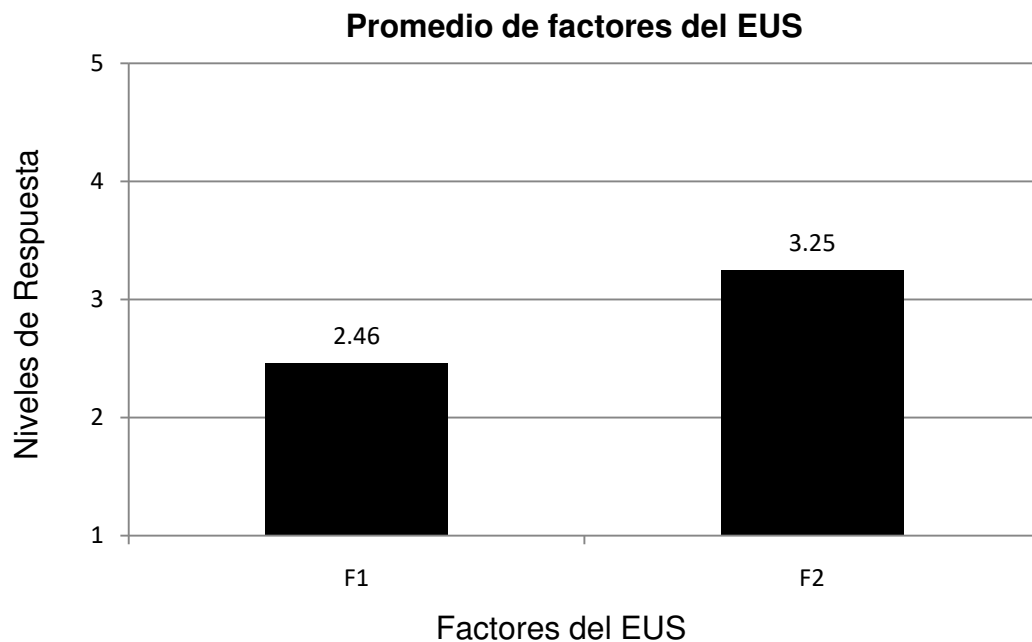


Figura 4.5. Promedio de cada factor del EUS.

Al final se decidió realizar un análisis de correlación de Pearson de las dos escalas para conocer si estas se encuentran correlacionados y nos arrojó los siguientes resultados (ver Tabla 4.7).

Tabla 4.7. Muestra los puntajes obtenidos de la correlación del CSUQ y EUS.

Correlación			
		EUS	CSUQ
EUS	Pearson Correlation	1	.816**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	29	29
CSUQ	Pearson Correlation	.816**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	29	29

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Por lo tanto, en la Tabla 4.7 se muestra una correlación de Pearson de .816, lo cual es fuerte y presenta un nivel de significancia de 0.01; lo cual nos

dice que las dos escalas (EUS y CSUQ) se encuentran relacionadas en entre sí, es decir, las dos escalas están evaluando usabilidad, por lo cual muestran una validez convergente de las dos escalas.

Resultados de la tercer etapa

Gracias al uso del seguidor ocular, pudimos observar diversas cuestiones que sin él no podríamos haber detectado. Una de ellas fue observar los lugares en los que más fijaron la mirada los participantes y las zonas a las que los participantes no prestaron atención.

Se pudo observar que la mayoría de los participantes no fijaban la mirada en el anuncio que aparece junto a los campos de usuario y contraseña, lo que significa que no le prestan atención a ese punto. Otra de las cosas que vimos fue que tampoco leen la información que aparece debajo de los campos de usuario y contraseña.

En la Figura 4.6, se pudo observar el mapa de calor creado a partir de 22 participantes que fueron los que podían acceder a la plataforma de la manera normal, la cual es entrando al sitio web www.nexus.uanl.mx e introduciendo sus datos en los campos necesarios para que se le dé acceso.

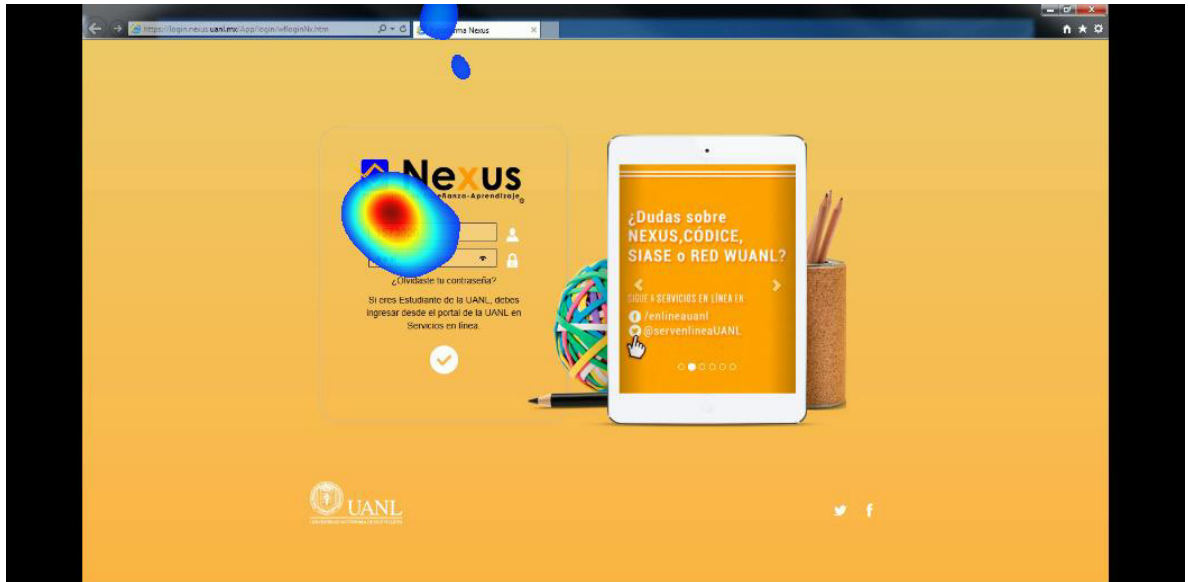


Figura 4.6. Mapa de calor de los 22 participantes que accedieron a NEXUS desde la plataforma.

Gracias a la revisión de datos mediante mapa de zonas oscuras (ver Figura 4.7), creado a partir de la información de 22 participantes, se pudo observar detalladamente cómo los participantes realmente van directo a lo que necesitan, es decir, no leen información extra ni tampoco se ponen a ver el resto de la página a menos que no encuentren la manera de llevar a cabo la tarea.

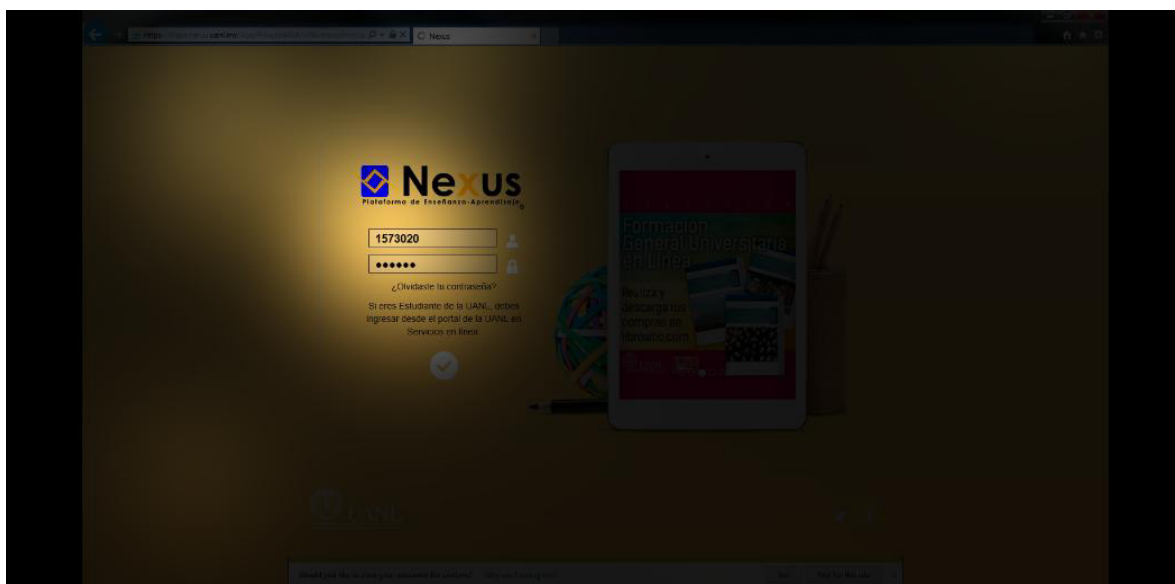


Figura 4.7. Mapa zonas ciegas realizado con los datos de los 22 participantes que accedieron a NEXUS desde la plataforma.

La revisión de los diagramas de visión de cada participante en específico (ver Figura 4.8) (hablando de los 22 participantes que podían acceder a NEXUS desde el mismo portal), nos permitió ver los movimientos sacádicos y las fijaciones, además de su duración, que realizaban los participantes para poder cumplir el objetivo planteado, además de que se pudo confirmar que algunas zonas (como calendario de tareas o el menú lateral derecho del sitio), causaban un poco de confusión, ya que no sabían si debían seleccionar ese punto o seguir buscando la tarea que se les pidió realizar. Esto también nos ayudó a ver que este tipo de tareas se logra hacer rápido, en 7 casos les tomó menos de un minuto (siendo el de menor tiempo 48.5 segundos), ya que se convierte en un proceso que las personas hacen en automático.

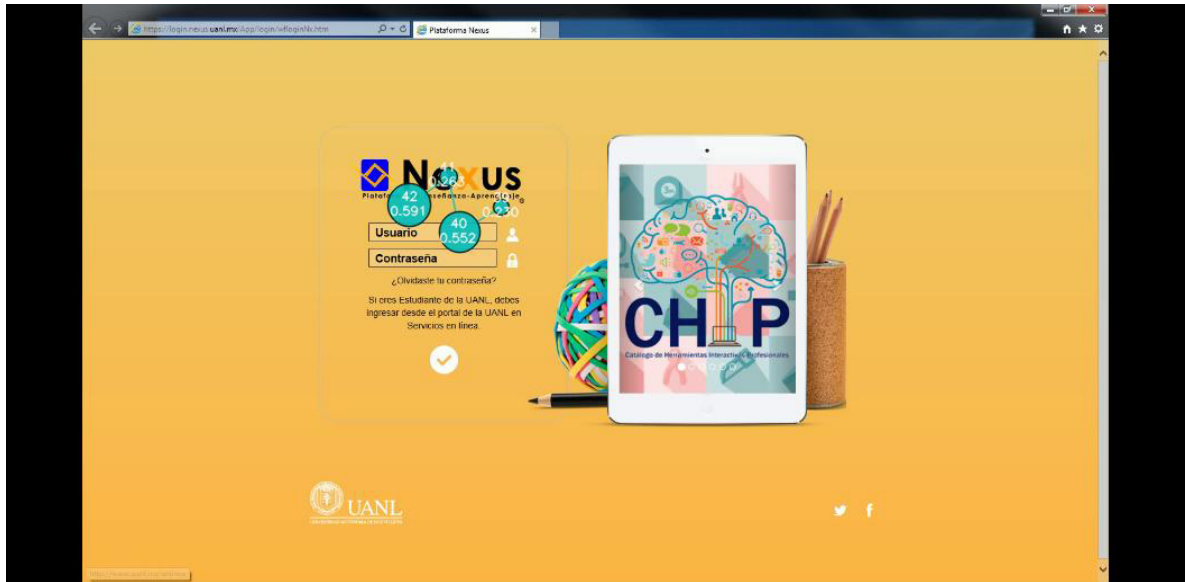


Figura 4.8. Diagrama de visión de un participante accediendo a NEXUS desde la plataforma.

Ya estando dentro de su cuenta, ningún alumno tuvo problemas para encontrar el curso en el que debían entrar puesto que esta página es muy sencilla y solo muestra la información que es completamente necesaria, que en este caso fue entrar a la materia de interfaces computacionales

Algo interesante, es que existen dos maneras mediante las cuales los alumnos pueden acceder a las tareas, por medio del calendario o por los capítulos que aparecen en la página principal de cada curso, sin embargo, la mayoría se encontró confundido al momento de buscarlas y no sabe en qué lugar estaba localizada la tarea (16 de los participantes tuvieron problema con este punto). Más de la mitad de los participantes mostraron duda cuando debían entrar a la tarea especificada al principio e incluso algunos dieron clic en lugares que no eran como por ejemplo, en el lado derecho de la interfaz en donde se encuentra un pequeño menú que muestra algunas opciones como foros, chat, email, etc.

Cuando los participantes accedieron a la tarea, encontraban rápidamente el lugar en el que debían hacer clic para subir el archivo. Cuando éste se estaba cargando, la 21 de los participantes se quedaba viendo fijamente el pequeño círculo que dice “cargando”. Finalmente, cuando terminaba de cargarse la tarea, 17 de ellos revisaron que el archivo de la tarea se subió correctamente para después cerrar la sesión.

Al momento de cerrar sesión, 6 de los participantes, dieron clic en el lugar equivocado, ya que junto al ícono de salida, está un botón en el que viene el nombre del alumno y una flecha indicando hacia abajo, con esto se despliega un menú en donde los participantes buscaban la forma de cerrar sesión.

Algunos de los participantes (7 en total), no pudieron acceder a la plataforma NEXUS de manera normal, ya que el sistema no se los permitía, por lo que tuvieron que acceder por medio del portal de la UANL (www.uanl.mx/enlinea) para poder llevar a cabo el estudio y de igual manera, lo único que vieron fue las opciones que tenían de las plataformas a las que podía acceder desde ese punto y el botón de ingresar a NEXUS, el banner que se encuentra en la parte superior de la página apenas fue notado. Esto se puede observar en la Figura 4.9, la cual es un mapa de calor hecho con los datos de los 7 participantes que entraron a la plataforma por medio de la página de la UANL.



Figura 4.9. Mapa de calor creado a partir de los datos de 7 usuarios que acceden a la plataforma NEXUS por medio de la página de la UANL

En la Figura 4.10, podemos ver el mapa de zonas ciegas creado a partir de los 7 usuarios que entran por medio de la página de la UANL a la plataforma NEXUS. Mediante este se puede observar las zonas a las cuales los participantes no le prestaron atención.

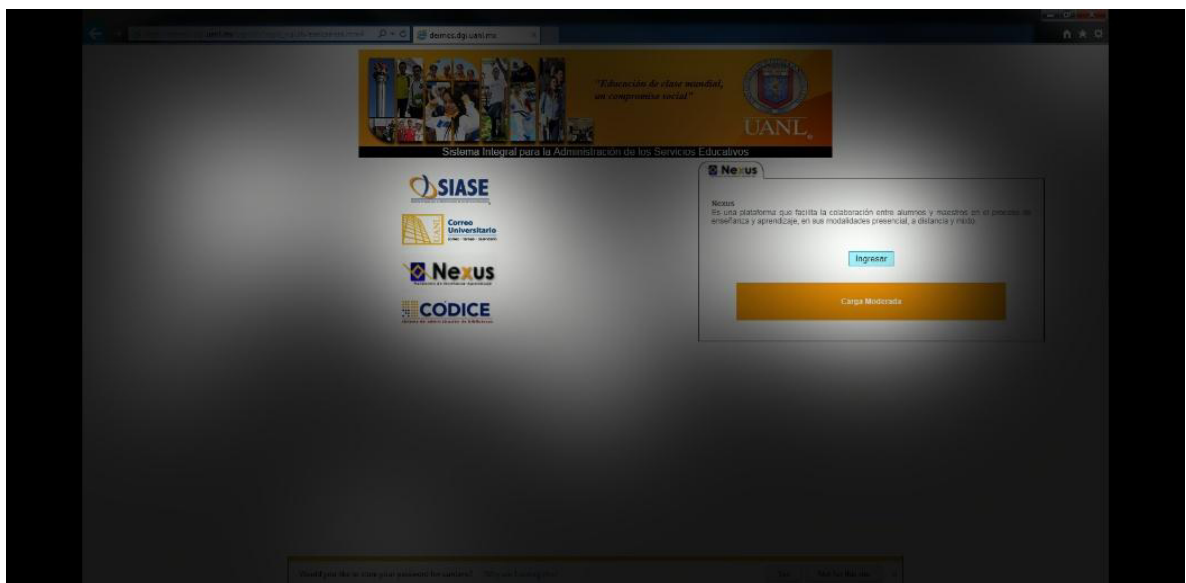


Figura 4.10. Mapa de zonas ciegas de los 7 participantes que acceden a la plataforma NEXUS a través de la página de la UANL.

En la Figura 4.11 vemos los movimientos del ojo de un participante que accede a la plataforma NEXUS por medio de la página de la UANL. Aquí podemos observar que son pocos los movimientos que realiza y los puntos a los que más presta atención el participante.



Figura 4.11. Diagrama de visión de un participante accediendo a NEXUS a través de la página de la UANL.

Comparativo del EUS y CSUQ versus Seguidor ocular

Se realizó el comparativo del EUS y CSUQ versus la técnica de seguimiento ocular, se pudo observar que algunos de los participantes reportaron que la interfaz tiene buena usabilidad, sin embargo, al observar sus diagramas de visión individuales, se pudo ver que tuvieron problemas al momento de buscar la tarea que debían realizar, lo cual provocó que perdieran tiempo y que estuvieran navegando por la interfaz en zonas a las que no era necesario entrar.

Ocho de los veintinueve participantes, reportaron que la interfaz no tiene buena usabilidad, sin embargo, analizando sus diagramas de visión individuales, pudimos observar que fueron los mismos que tardaron el menor tiempo en realizar la tarea. Esto quiere decir, que el hecho de que aprendan a utilizarla, no significa que se sientan cómodos con ella o que les parezca buena, es decir, es algo totalmente independiente.

En la Tabla 4.8, se muestra la comparación de los resultados obtenidos mediante la aplicación de los cuestionarios CSUQ y EUS versus el tiempo que le tomó a cada participante realizar la tarea con el seguidor ocular y el número de fijaciones que dieron durante el estudio. También se pudo observar que el participante número 3 (en negritas), quien accede a la plataforma por medio del SIASE, fue quien calificó de la peor manera a la interfaz NEXUS no sólo en usabilidad sino también en cuanto a satisfacción, sin embargo, la cantidad de fijaciones totales y el tiempo que le tomó llevar a cabo la tarea y cumplir el objetivo es bajo, por lo tanto, esto demuestra que aprender a utilizar la plataforma para poder llegar a hacer las cosas con rapidez no es sinónimo de que sea una buena interfaz, sino de que cumple con facilidad de aprendizaje. Otra cosa que se puede ver es que el participante número 17 (en negritas), quien accede a la plataforma directamente, fue quien calificó con las mejores puntuaciones tanto en usabilidad como en satisfacción a la interfaz NEXUS. Revisando las notas del estudio, se observó que durante la aplicación del estudio, a este participante se le fue el internet durante un momento, sin embargo, esto no afectó en la percepción del usuario con respecto a la interfaz.

Tabla 4.8. Comparativa de los resultados de CSUQ y EUS versus seguidor ocular.

Participante	Promedio CSUQ	Promedio EUS	Tiempo con el ET (en segundos)	Cantidad de fijaciones
1	4.6	77.5	72.1	178
2	5.46	80	53.5	109
3	2.15	15	62.7	136
4	5.76	82.5	48.5	98
5	3	35	107.5	242
6	5.23	72.5	54.6	128
7	5.61	82.5	50.7	95
8	4.84	75	83.6	169
9	5.30	80	85.3	178
10	3.30	55	71.5	125
11	4.07	57.5	85.0	201
12	3.61	67.5	109.4	232
13	2.76	65	99.0	245
14	4.15	50	72.6	162
15	5.23	57.5	102.8	219
16	5	70	97.6	213
17	6.23	82.5	90.0	193
18	5.61	70	68.9	148
19	5.23	67.5	67.4	163
20	4.38	67.5	53.5	93
21	5	72.5	72.5	154
22	5	82.5	84.0	206
23	3.46	52.5	96.6	162
24	5	62.5	57.0	136
25	2.69	47.5	86.3	164
26	5.07	67.5	65.2	127
27	5.69	75	51.1	106
28	3.69	52.5	56.2	127
29	5.15	77.5	69.7	172

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Como se observó en los resultados, el CSUQ tuvo un coeficiente de alpha muy bueno lo que nos dice que, tanto la versión original de 16 ítems como la nueva de 13 ítems, cuentan con una gran confiabilidad.

Además de la confiabilidad, el resultado del análisis factorial muestra evidencia de un solo factor con cargas elevadas y varianza explicada, sin embargo, se forzó a los 3 factores que se mencionaban en la literatura, los cuales mostraron una distribución muy parecida a lo que explican los autores en los que nos basamos para este estudio, ya que tres de los ítems se mostraron inconsistentes en cuanto a su pertenencia en los factores, se revisó el contenido de los ítems (1, 3 y 4) y se pudo observar que la redacción de los mismos coincidía mucho con la de los ítems 14 y 16, en los cuales se expresa la percepción de agrado o la satisfacción de los usuarios con respecto a la plataforma que se evalúa. Debido a esto, se planteó que la situación antes mencionada era la causante de que la estructura factorial se vea modificada, por lo que, estos ítems podrían ser incluidos dentro de cualquiera de los factores, ya sea el 2 o 3 (estos vienen siendo los ítems 1 y 3). El ítem 4 tiene un contenido muy semejante al del ítem 14 y es por esto que aparecen juntos. Los análisis estadísticos apoyan esta postura, en especial la correlación que existe entre estos ítems los cuales tuvieron valores muy elevados y esto nos indica la cercanía de las respuestas (ver Tabla 4.2).

La redacción original de estos ítems hace que los participantes den una respuesta similar y esto mismo provoca que se agrupen en el análisis factorial. Se propone que la escala se reduzca a 13 ítems, la cual nos permite realizar la

evaluación de la usabilidad de manera semejante a la escala original en el idioma inglés y esto está basado en los altos valores de confiabilidad (coeficiente de alpha de .96).

Resumiendo lo anterior, se afirma que la adaptación que se realizó de la escala CSUQ de su idioma original (inglés) al español, resultó ser confiable ya que, en términos estadísticos, muestra confiabilidad y una adecuada validez de constructo, por lo cual es apropiada para realizar evaluaciones de distintas plataformas web. Se reafirma también la opinión que se tiene, que los ítems 1, 3, 4, 14 y 16 de la escala original, es decir, la escala en inglés, provoca que los participantes den el mismo tipo de respuesta, lo que hace que su utilización sea redundante. Por esto, se propone reducir el número de ítems sabiendo que no afectará la confiabilidad ni la validez del cuestionario.

Hablando de la Escala de Usabilidad del Sistema, la versión positiva mostró una confiabilidad interna de .92 la cual es muy buena. El AFE presentó buen porcentaje de varianza explicada así como dos factores que son mencionados por la literatura, estos son usabilidad (en este factor se encontraban los ítems 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 y 9) y facilidad de aprendizaje (en este factor se encontraban los ítems 4 y 10). Los resultados mostraron que la versión original de esta escala no tuvo un resultado bueno en cuanto al Coeficiente de Alpha (.59), sin embargo, las puntuaciones obtenidas en la prueba de esfericidad de Bartlett fueron buenas al igual que el índice KMO para realizar el AFE, el cual arrojó tres factores. En ningún trabajo de investigación de los que hay hasta el momento se presentan tres factores (Lewis y Sauro, 2009; Borsci, Federici y Lauriola, 2009).

Una razón por la que no se mostró el mismo Coeficiente de Alpha de Cronbach reportado por otros trabajos anteriores, puede ser debido a que en la escala se incluyeron ítems negativos o que estos mismos ítems resultaron complicados de entender para los participantes. Como ejemplo de esto, Lewis

& Sauro (2011) mencionan que en los ítems negativos se pueden mostrar errores al responder y errores en la codificación. En este estudio, sucedió que algunos participantes cometieron el error de responder mal, ya que no habían comprendido bien la pregunta.

Otro punto que puede ser analizado es el que fue señalado por Lewis & Sauro (2011), estos afirman que, tanto la versión original como la versión positiva del EUS, pueden ser usadas, ya que ambas tienen altos niveles de consistencia interna aunque también dicen que es mejor utilizar el EUS en su versión positiva para evitar problemas de mala codificación, errores al responder o que las puntuaciones de la versión positiva sean similares a las de la versión original. En este estudio no se obtuvo este efecto con la versión original, pero los datos de Steward y Frye (2004) apoyan nuestros resultados, porque ellos encontraron que incluir ítems negativos como positivos presentan baja consistencia interna. Pilotte y Gable (1990) y Schmitt y Stuits (1985) demostraron que la estructura factorial se ve distorsionada al utilizar ítems mixtos y esto fue lo que sucedió en la aplicación de la versión original.

Algo que es realmente importante y que vale la pena mencionar, es que Lewis & Sauro (2009), reportaron Coeficientes de Alpha para cada factor, es decir, reportaron .91 para factor de usabilidad y .70 para facilidad de aprendizaje. En el estudio aquí presentado, se obtuvieron resultados muy parecidos ya que, el factor de usabilidad reportó .92 y facilidad de aprendizaje reportó .70, la diferencia entre estos se debe a que Lewis & Sauro (2009) utilizaron la versión original del EUS y en este estudio se utilizó la versión positiva.

Resumiendo, en el estudio se pudo demostrar que la versión positiva del EUS da mejores resultados que la versión original, por lo tanto, es mejor al ser más confiable en términos estadísticos y a su vez tener una adecuada validez de constructo.

Los 29 participantes que formaron parte del estudio y a quienes se les aplicaron los cuestionarios (CSUQ y EUS), reportaron que la interfaz NEXUS no presenta usabilidad y esto lo pudimos comprobar con la técnica del seguimiento ocular. Pernice y Nielsen (2009) mencionan en su libro que cualquier método de evaluación que utilices te va a ayudar a detectar los problemas básicos de usabilidad que tuviera la interfaz.

Los participantes se mostraban confundidos al momento de buscar las tareas a pesar de que no son nuevos trabajando con esta interfaz. Algunos buscaron las tareas en la lateral derecha de la página ya que ahí se encuentran algunas opciones que también están en el menú principal (ver Figura 5.1). El hecho de que los participantes tengan tantas veces lo mismo los puede confundir y hace que la página se vea saturada, así mismo, se demuestra que esto es un error de usabilidad, ya que los participantes tardaron mucho en poder cumplir el objetivo, cosa que no debe de pasar cuando ya se tiene experiencia.

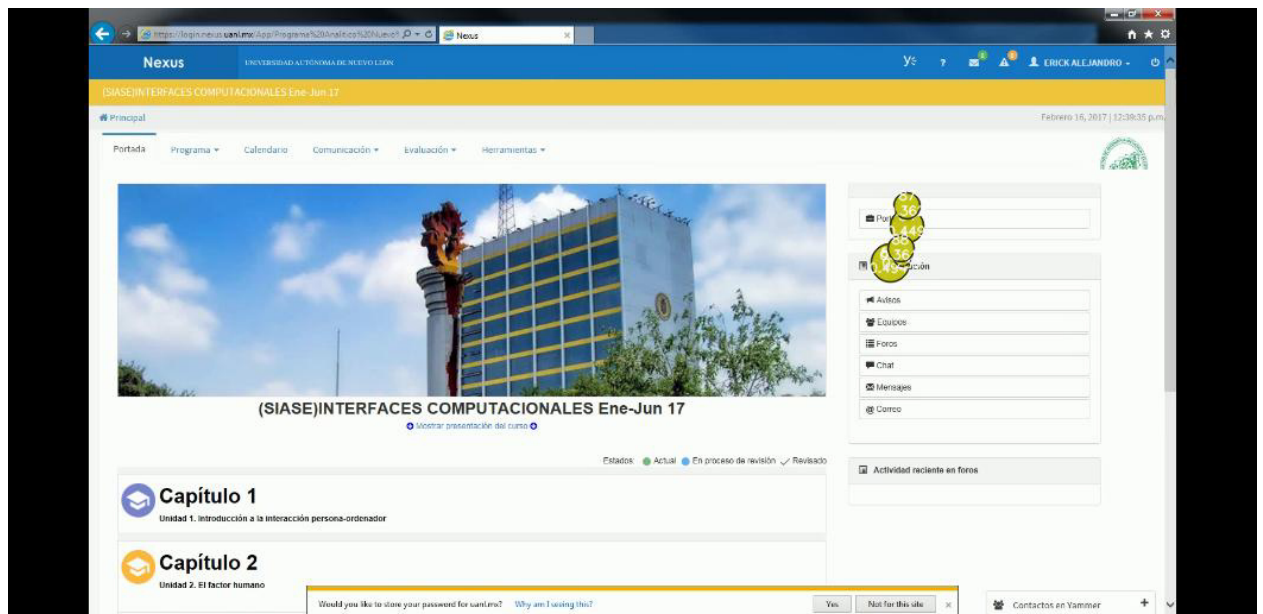


Figura 5.1. Ejemplo de un participante que busca la sección de tareas en la lateral derecha de la página.

Otro punto que se noto fue que, junto al botón de salida, existe una opción para que el participante vea su perfil en la plataforma y acceda a sus datos. Algunos se confundieron pensando que si le daban clic en ese punto les daría la opción de cerrar sesión y perdieron tiempo buscando la opción de salida (ver Figura 5.2).

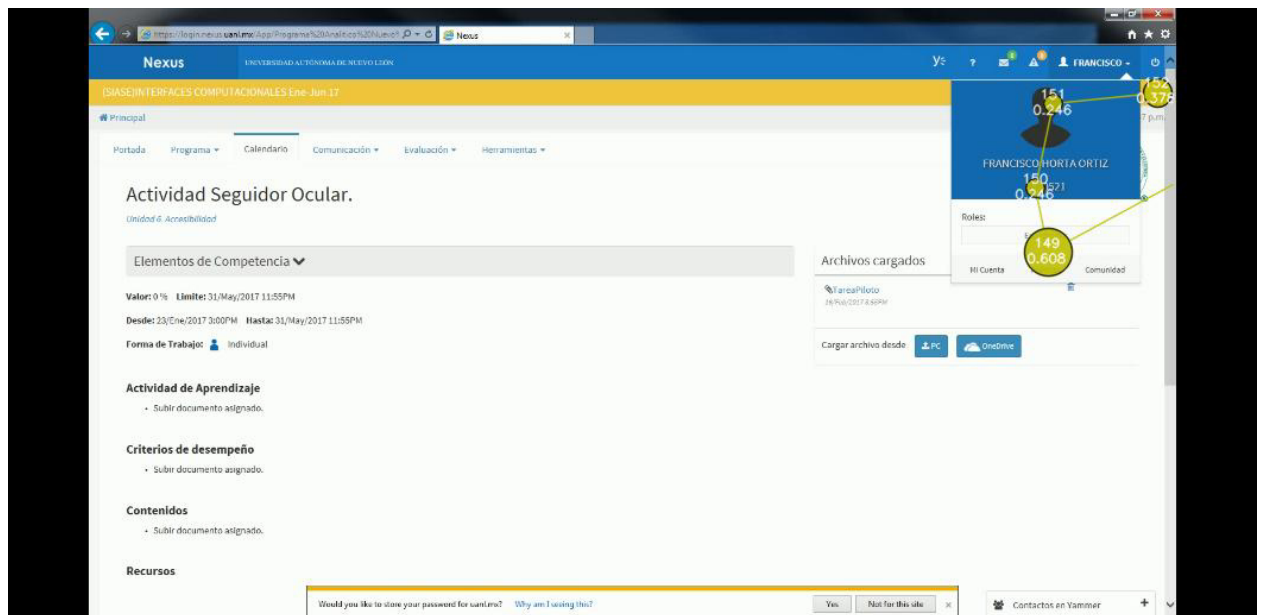


Figura 5.2. Ejemplo de un participante que presionó el área junto el botón de salida pensando que podría cerrar sesión de esta manera.

Otro error que se notó fue que cuando los participantes accedían a la tarea por medio de los capítulos (ver Figura 5.3), la plataforma, al cargar la página de la tarea, los mandaba hasta abajo (ver Figura 5.4) cuando en realidad debe de enviarlos al inicio de la página (ver Figura 5.5). Esto provocaba que los alumnos tuvieran que desplazar la página hacia arriba y, en algunas ocasiones, se mostraron confundidos puesto que no sabían si la página había terminado de cargarse o seguía en proceso.

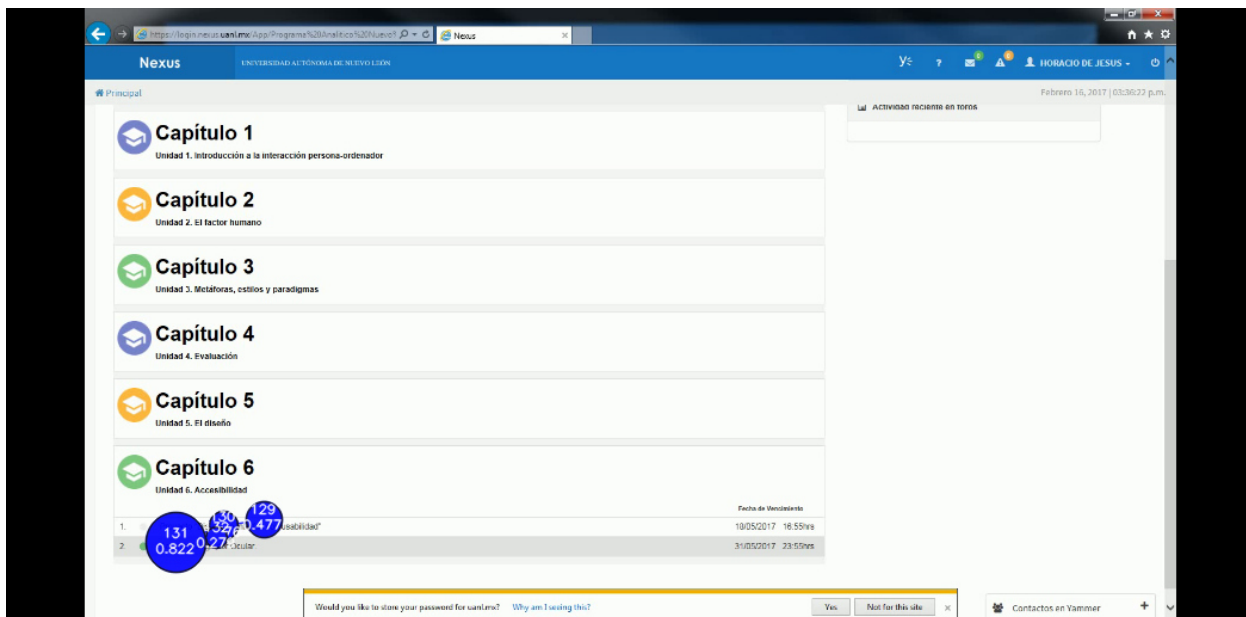


Figura 5.3. Ejemplo de cómo les aparece a los alumnos las tareas por capítulo que se ve en clase.

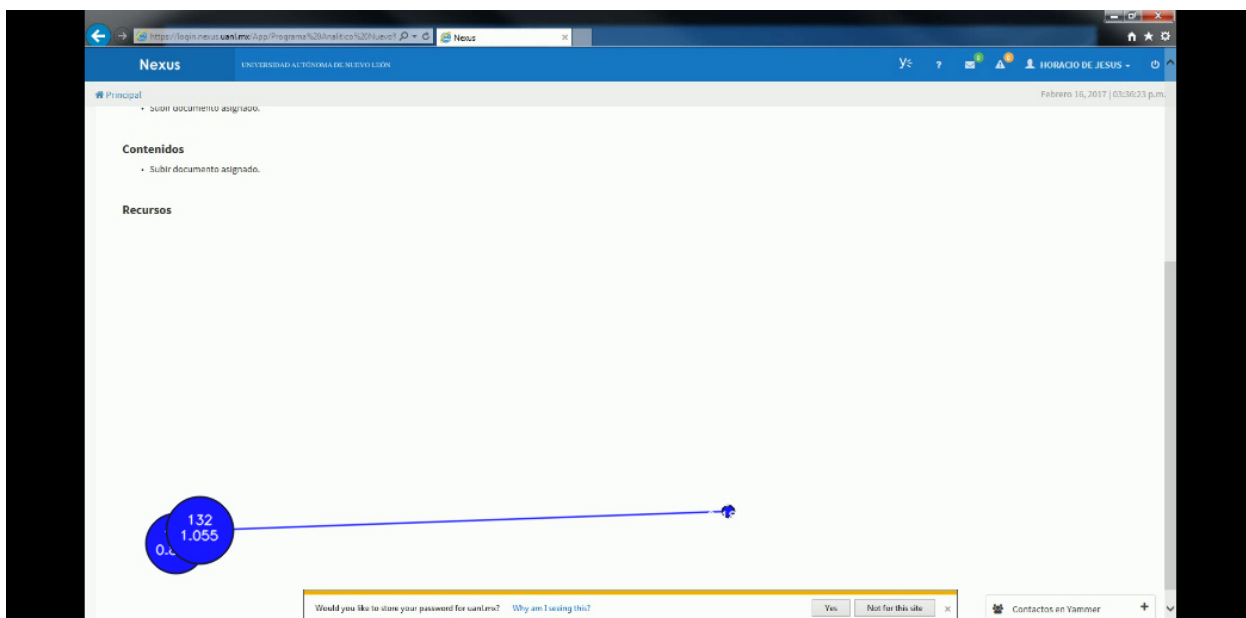


Figura 5.4. Ejemplo de que la página no carga de una manera correcta puesto que los manda hasta abajo en la interfaz.

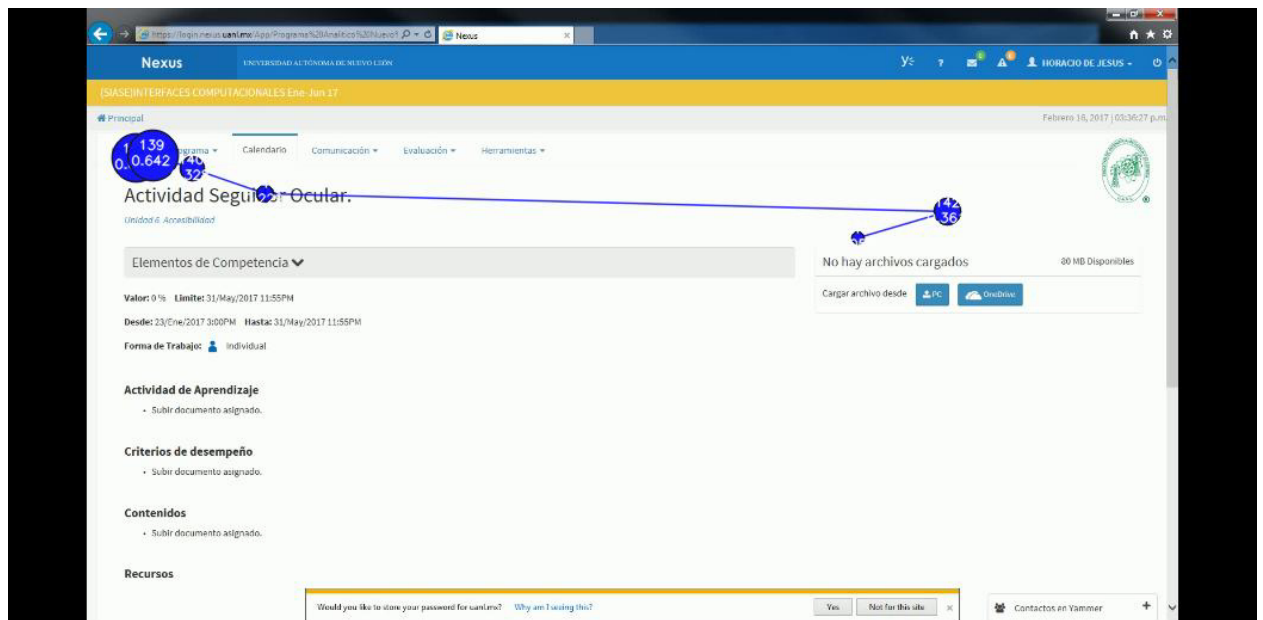


Figura 5.5. Ejemplo de cómo debería aparecerles las tareas cuando entran por capítulos.

Pernice y Nielsen (2009) mencionan que en ocasiones los usuarios fijan la mirada en un punto en blanco de la interfaz (mirada permanente) o simplemente en la parte que les indica que la página está cargando cuando no tienen otra cosa que mirar y esto no quiere decir que sea algo que les interese, sino que, como la página está totalmente en blanco, deciden plantar su mirada ahí mientras esperan. Esto lo podemos comprobar en la Figura 5.6, en la cual se muestra un mapa de calor de los 29 participantes cuando recién se les comienza a correr el estudio y de igual manera, en la Figura 5.7 se muestra el mapa de zonas ciegas con los mismos datos.

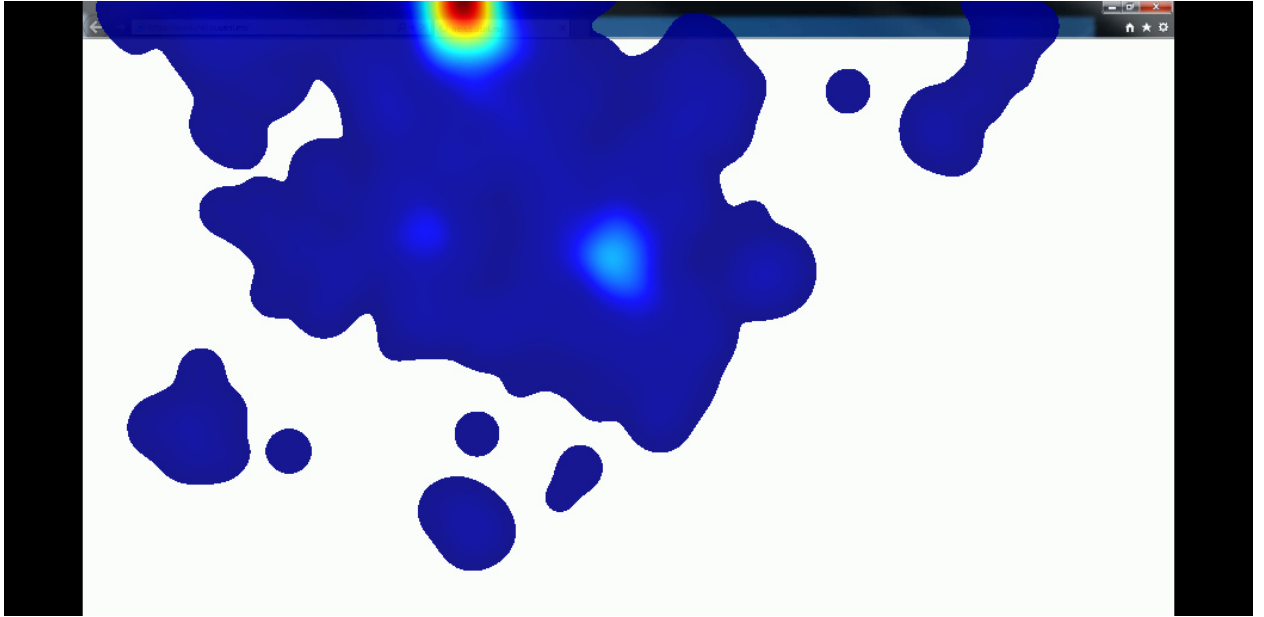


Figura 5.6. Mapa de calor donde se muestra la mirada permanente de los 29 participantes en la barra que indica que la página está cargando.

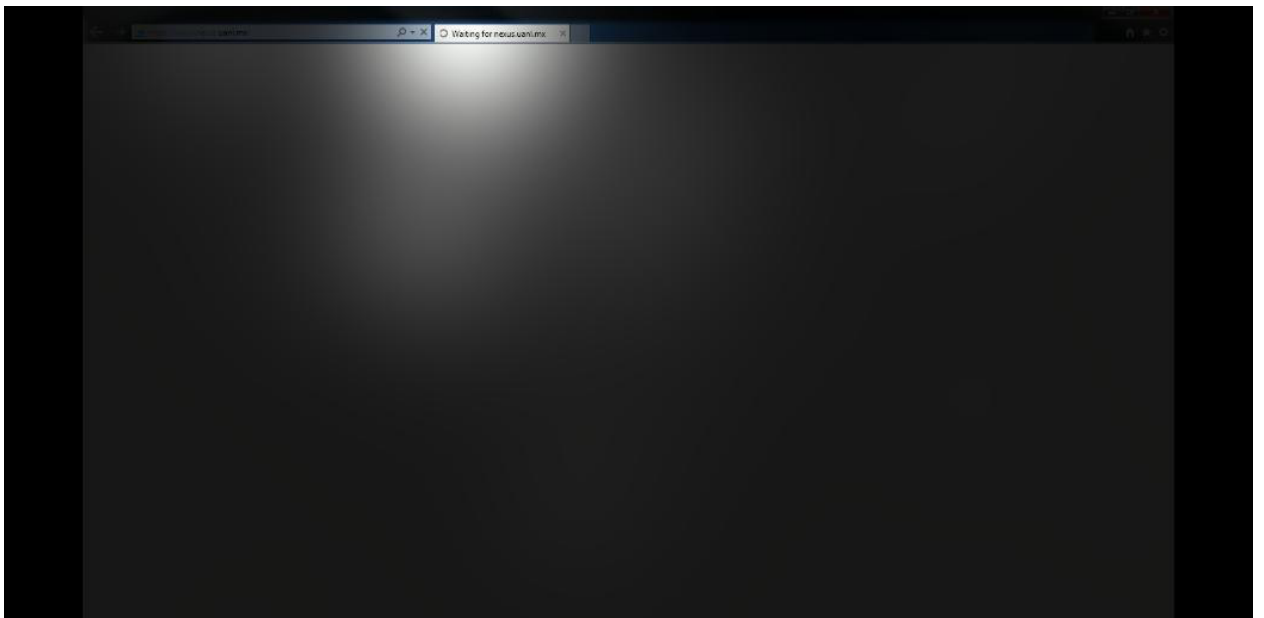


Figura 5.7 Mapa de zonas ciegas donde se muestra la mirada permanente de los 29 participantes en la barra que indica que la página está cargando.

Otro punto es la mirada impaciente, según Pernice y Nielsen (2009) es aquella que hacemos cuando algo está cargando y vamos viendo lo que va

apareciendo y esta la podemos observar en la Figura 5.8 en donde se muestra cómo un participante comienza a analizar lo poco que se ha cargado de la página.

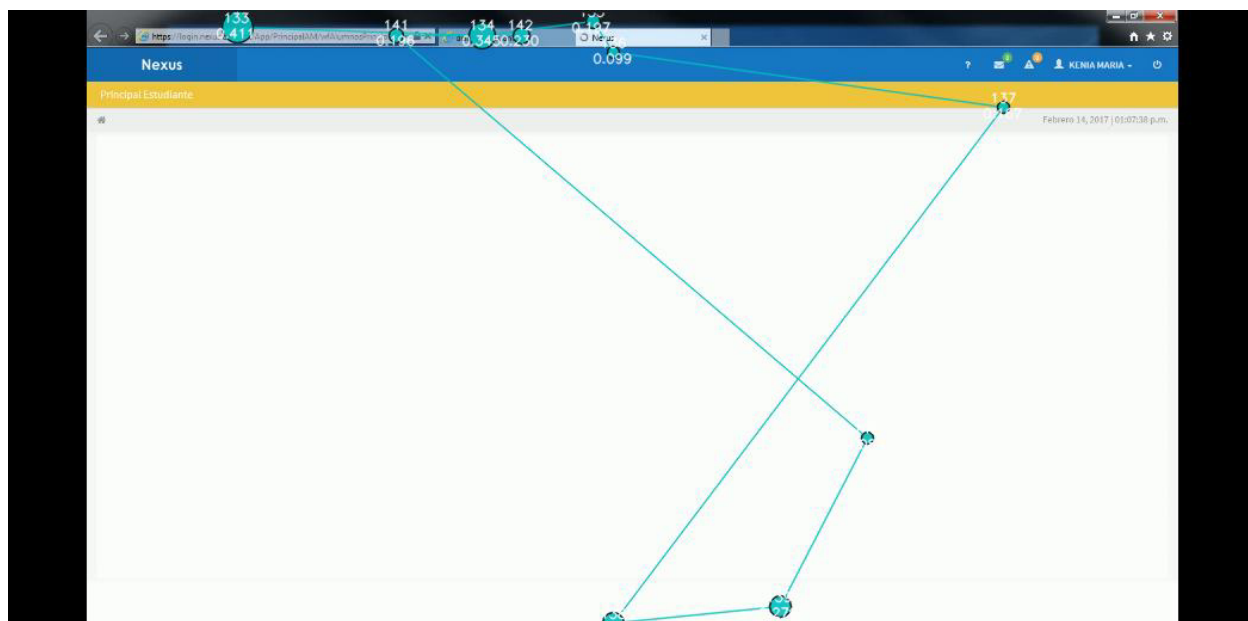


Figura 5.8. Ejemplo de mirada impaciente de un usuario en NEXUS.

Con el uso de los puntajes Z, se seleccionó a los alumnos que dieron los peores y los mejores resultados en los cuestionarios (EUS y CSUQ) a la interfaz de cursos en línea NEXUS y se realizó un análisis individual de los diagramas de visión de estos casos donde se obtuvo la siguiente información:

- En algunos casos, la interfaz puntuada de manera negativa en cuanto a usabilidad, aunque no tardaron en realizar la tarea planteada.
- En otros casos, fue todo lo contrario, reportaron que la interfaz tiene usabilidad y dijeron estar satisfechos con su utilización cuando en realidad tardaron mucho en cumplir el objetivo o se perdieron en la interfaz durante el estudio.

Debido a todo lo anterior, se recomienda utilizar pruebas de seguidor ocular en conjunto con cuestionarios, puesto que se complementan, ya que el estudio con seguidor ocular permitió que se pudieran observar aspectos de la interfaz que los cuestionarios no reportaron (ver Tabla 4.8). En el caso de los cuestionarios, ayudaron a detectar los casos que fueron más relevantes para que se pudieran analizar, por segunda ocasión, los diagramas de visión de esos participantes y así detectar la mayor cantidad de posibles problemas.

Podemos apoyar lo dicho en el párrafo anterior, con el estudio realizado por González y Velásquez (2012), donde ellos quisieron averiguar cuáles objetos de la interfaz eran las más importantes y cuánto tiempo pasaban los participantes observando dichos objetos. Para averiguar esto utilizaron seguidor ocular y una encuesta. Comprobaron que el uso del seguidor ocular ayuda a ver si los usuarios realmente observaban las partes importantes de la interfaz y mejora entre 15% y 20% la detección de las mismas en comparación con otras técnicas.

Para terminar esta sección, responderemos a la pregunta de investigación, si el seguidor ocular es mejor método para evaluar la usabilidad de una interfaz con respecto a los cuestionarios, puede contestar que los resultados señalan que ambas técnicas se complementan una a la otra y esto queda fundamentado con lo escrito anteriormente. Se logró cumplir todos los objetivos planteados en este estudio, que fueron, se estandarizaron los dos cuestionarios (CSUQ y EUS), se evaluó la interfaz NEXUS con el CSUQ, el EUS y la técnica de seguimiento ocular, y al final se pudo realizar la comparación de estos métodos (ver sección de resultados).

En cuanto a las hipótesis planteadas en esta tesis, la hipótesis 1 si se cumple, ya que los usuarios no pensaban la manera en la que harían la tarea, sino que, la realizaban de manera automática conforme a la experiencia que tenían. Mientras que la hipótesis 2 no se cumple, puesto que se obtiene mayor

información sobre la usabilidad de una interfaz si aplicamos ambas técnicas simultáneamente, pero el seguidor ocular muestra el lugar exacto de la interfaz donde se encuentra la mirada (del usuario, visión foveal), así como la duración y el patrón de la misma. Esto es respaldado por Pernice y Nielsen (2009), donde ellos comentan que cualquier método de evaluación de usabilidad nos va a detectar problemas básicos de usabilidad.

Trabajo Futuro

Se cree que para una mayor obtención de datos, se puede complementar el estudio de usabilidad con la técnica de test retrospectivo ya que, según Pernice y Nielsen (2009), este tipo de test sirve para que los investigadores le puedan poner al participante el video de su aplicación con seguidor ocular y hacerle preguntas sobre lo que pensaba en ese momento o el porqué de algunas cosas que hizo.

REFERENCIAS

- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 24, 574-594. doi: 10.1080/10447310802205776.
- Borsci, S., Federici, S., & Lauriola, M. (2009). On the dimensionality of the System Usability Scale: a test of alternative measurement models. *Cognitive processing*, 10(3), 193-197. doi: 10.1007/s10339-009-0268-9.
- Brooke, J. (1996). SUS: A Quick and Dirty Usability Scale. *In: P. W. Jordan, B.*
- Buscher, G., Cutrell, E., & Morris, M. R. (2009). What do you see when you're surfing?: using eye tracking to predict salient regions of web pages. *In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 21-30). ACM.
- Cipresso, P., Meriggi, P., Carelli, L., Solca, F., Poletti, B., Lulé, D., Ludolph, A. C., Silani, V. & Riva, G. (2012). Brain computer interface and eye tracking for neuropsychological assessment of executive functions: a pilot study. *Computing Paradigms for Mental Health*, 79.
- Cuadrat S., C. (2012). *Estudio sobre evaluación de la usabilidad móvil y propuesta de un método para tests de usabilidad cuantitativos basado en técnicas de eyetracking* (Tesis de maestría). Universitat de Lleida. Lérida, España.
- Cutrell, E., & Guan, Z. (2007). What are you looking for?: an eye-tracking study of information usage in web search. *En Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 407-416. ACM.

- Díaz G., E. L., Alarcón A., A. C., Callejas C., M. (2013) Criterios para la evaluación de usabilidad en entornos virtuales de aprendizaje. *Ventana Informática* 29(jul-dic) 29-44. Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales
- Dodge, R., & Cline, T. S. (1901). The angle velocity of eye movements. *Psychological Review*, 8(2), 145.
- Duchowski, A.(2007). *Eye tracking methodology: Theory and practice*. Springer.
- Ehmke, C., & Wilson, S. (2007). Identifying web usability problems from eye-tracking data. In *Proceedings of the 21st British HCI Group Annual Conference on People and Computers: HCI... but not as we know it- Volume 1*, 119-128. British Computer Society.
- Ellis, S., Candrea, R., Misner, J., Craig, C. S., Lankford, C. P., & Hutchinson, T. E. (1998). Windows to the soul? What eye movements tell us about software usability. In *Proceedings of the usability professionals' association conference*, 151-178
- Ferreira S., A., & Sanz, C. V. (2007). Hacia un modelo de evaluación de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. In *XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.
- Finstad, K. (2006). The System Usability Scale and Non-Native English Speakers. *Journal of Usability Studies*, 1(8), 185-188.
- Fitts, P. M., Jones, R. E., & Milton, J. L. (1949). Eye Fixations of Aircraft Pilots. III. Frequency, Duration, and Sequence Fixations When Flying Air Force Ground-Controlled Approach System (GCA). *AIR MATERIEL COMMAND WRIGHT-PATTERSON AFB OH*.

- Goldberg, J. H. & Wichansky, A. M. (2003). Eye tracking in usability evaluation: A practitioner's guide. In Radach, R., Hyona, J. and Deubel, H. (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 493- 516), Amsterdam, Elsevier.
- González, L., & Velásquez, J. D. (2012). Una aplicación de herramientas de eyetracking para analizar las preferencias de contenido de los usuarios de sitios web. *Revista de ingeniería de sistemas*, 26(1), 95-118.
- González, M. P., Pascual, A., & Lorés, J. (2001). Evaluación heurística En Jesús Lorés (Ed.), *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*. Universitat del Lleida. AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador.
- Granollers, T., Perdrix, F., & Lorés, J. (2004). Incorporación de usuarios en la evaluación de la usabilidad por recorrido cognitivo. *Interacción'04*, 290–295. Recuperado de <http://aipo.es/articulos/3/42.pdf>
- Guerrero S., E. (2014). *Interfaces hombre-máquina mediante técnicas de seguimiento de ojos y reconocimiento de voz* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
- Hassan, Y., Martín F., F. J., & Iazza, G. (2004). Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información. *Hipertext.net*, (2).
- Hedlefs A., M. I., de la Garza G., A., Sánchez, M., M. P., & Garza V., A. A. (2015). Adaptación al español del Cuestionario de Usabilidad de Sistemas Informáticos CSUQ. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 4(8). Recuperado de <https://www.reci.org.mx/index.php/reci/article/view/35/120>

- Hedlefs A., M. I., Garza V., A. A. (2016) Análisis comparativo de la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) en dos versiones. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 5(10). Recuperado de <https://www.reci.org.mx/index.php/reci/article/view/48/215>
- Holzinger, A. (2005). Usability engineering methods for software developers. *Communications of the ACM*, 48(1), 71-74.
- ISO 9241-11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>
- ISO/IEC 9126-1 (2001). Software engineering – Product quality – Part 1: Quality Model.
- Jacob, R.J. (1995). Eye Tracking in Advanced Interface Design. En W. Barfield & T.A. Furness (Ed.), *Virtual Environments and Advanced Interface Design* (pp. 258-288), Oxford University Press, New York. Recuperado de: <http://www.cs.tufts.edu/~jacob/papers/barfield.pdf>
- Jacob, R. J., & Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. *Mind*, 2(3).
- Kotval, X. P., & Goldberg, J. H. (1998). Eye movements and interface component grouping: An evaluation method. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 42(5), 486-490. SAGE Publications.
- Krug, S. (2006). No Me Hagas Pensar. Pearson Prentice Hall

- Lewis, J. R. (1995). IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 57-78. doi:10.1080/10447319509526110
- Lewis, J. R. (2002). Psychometric evaluation of the PSSUQ using data from five years of usability studies. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 14(3-4), 463-488. doi:10.1080/10447318.2002.9669130
- Lewis, J., & Sauro, J. R. (2009). The Factor Structure of the System Usability Scale. In *Human Centered Design*, 94-103. doi: 10.1007/978-3-642-02806-9_12
- Lewis, J., & Sauro, J. R. (2011). When Designing Usability Questionnaires, Does It Hurt to Be Positive? In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. doi: 10.1145/1978942.1979266.
- Lewis, J., & Sauro, J. R. (2012). Quantifying the user experience: Practical statistics for user research. Elsevier, USA. doi:10.1016/B978-0-12-384968-7.00001-1.
- López G., J. M., Navarro M., C., García G., R., & Aleixandre B., R. (2010). Análisis de la arquitectura de webs mediante tests de estrés de navegación, de usabilidad y eye tracking. *El Profesional de la información*, 19(4), 359-367.
- Lorés, J., Granollers, T. & Lana, S. (2002). Introducción a la interacción Persona-Ordenador. En Jesús Lorés (Ed.), *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*. Universitat del Lleida. AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador.

- Lorés, J., Sendín, M. & Agost, J. (2001). Evaluación. En Jesús Lorés (Ed.), *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*. Universitat del Lleida. AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador.
- Mackworth, J. F., & Mackworth, N. H. (1958). Eye fixations recorded on changing visual scenes by the television eye-marker. *JOSA*, 48(7), 439-445
- Manhartsberger, M., & Zellhofer, N. (2005). Eye tracking in usability research: What users really see. In *Usability Symposium* 198(2), pp. 141-152
- Matos M., R. (2013). *La usabilidad como factor de calidad de páginas web* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Muller, M. J., Matheson, L., Page, C., & Gallup, R. (1998). Methods & tools: participatory heuristic evaluation. *Interactions*, 5(5), 13-18.
- Mulligan, J. B. (1997). Image processing for improved eye-tracking accuracy. *Behavior Research Methods*, 29(1), 54-65.
- Navarro, Ó., Molina, A. I., Lacruz, M., & Redondo, M. A. (2012). Utilización de técnicas de seguimiento ocular (eye tracking) en alumnos con problemas de aprendizaje. Respuestas flexibles en contextos educativos diversos.
- Navarro M., Ó., Molina D., A. I., & Lacruz A., M. (2015). Evaluación del color en materiales multimedia. Una experiencia con eye tracking. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (54). Recuperado de <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/426>

- Navarro M., Ó., Molina D., A. I., & Lacruz A., M. (2016). Utilización de eye tracking para evaluar el uso de información verbal en materiales multimedia. *Pixel-bit: revista de medios y educación*, 48, 51-66.
- Nielsen, J. (1992). Finding usability problems through heuristic evaluation. *En Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 373-380. ACM.
- Nielsen, J. (1994). Usability inspection methods. *En Conference companion on Human factors in computing systems*, 413-414. ACM.
- Nielsen, J. (1995). Ten usability heuristics en http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html Recuperado el 22 de febrero de 2016.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. 249-256. ACM.
- Nielsen, J., & Pernice, K. (2010). *Técnicas de eyetracking para usabilidad web*. Anaya Multimedia.
- Obeso A., M. E. (2005). *Metodología de medición y evaluación de la usabilidad en sitios web educativos* (Tesis doctoral). Universidad de Oviedo.
- Paz E., F. A., (2014). *Heurísticas de usabilidad para sitios web transaccionales* (Tesis de maestría), Pontifica Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Pernice, K., & Nielsen, J. (2009). How to conduct eyetracking studies. *Nielsen Norman Group, Fremont, CA*.

- Perurena C., L., & Moráquez B., M. (2013). Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 24(2), 176-194.
- Pilotte, W. J., & Gable, R. K. (1990). The impact of positive and negative item stems on the validity of a computer anxiety scale. *Educational and Psychological Measurement*, 50(3), 603-610. doi: 10.1177/0013164490503016.
- Poole, A., & Ball, L. J. (2005). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Current status and future. En C. Ghaoui (Ed.): *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. Pennsylvania: Idea Group.
- Patiño P., J. C. (2016). Ambientes virtuales de aprendizaje: usabilidad, prácticas y mediación cognitiva. *Virtu@lmente*, 2(1), 40-52. Recuperado de <http://journal.universidadean.edu.co/index.php/vir/article/view/1415/1368>
- Quesada Elvira, M. (2014). Interacción Persona-Ordenador mediante la captura del movimiento ocular utilizando la herramienta de eye-tracking Tobii (Tesis de licenciatura). *Universidad de Castilla-La Mancha*.
- Ramírez, A. (2013) Eye-tracking: una técnica de seguimiento de la mirada utilizada en la validación de unidades de aprendizaje. *Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado de <http://repositorio.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/3473>
- Ramírez, C. A. Y., & Luna, J. E. O. (2016). Evaluación de usabilidad en aplicaciones educativas móviles. *Revista Vínculos*, 12(2).

- Rele, R. S., & Duchowski, A. T. (2005). Using eye tracking to evaluate alternative search results interfaces. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 49(15), 1459-1463. SAGE Publications.
- Reutskaja, E., Nagel, R., Camerer, C. F., & Rangel, A. (2011). Search dynamics in consumer choice under time pressure: An eye-tracking study. *The American Economic Review*, 101(2), 900-926.
- Rodríguez, R. A., Vera, P. M., Marko, I., Merchán R., V. R., & Valles, G. Y. (2016). Evaluación de la Usabilidad por medio de Usuarios Finales. In *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016)*, Entre Ríos, Argentina.
- Sauro, J., & Lewis, J. R. (2012). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research*. Elsevier, USA. doi:10.1016/B978-0-12-384968-7.00001-1.
- Schiessl, M., Duda, S., Thölke, A., & Fischer, R. (2003). Eye tracking and its application in usability and media research. *MMI-interaktiv Journal*, 6, 41-50.
- Schmitt, N., & Stults, D. M. (1985). Factors defined by negatively keyed items: The result of careless respondents? *Applied Psychological Measurement*, 9(4), 367-373. doi: 10.1177/014662168500900405.
- Stewart, T. J., & Frye, A. W. (2004). Investigating the use of negatively phrased survey items in medical education settings: common wisdom or common mistake? *Academic Medicine*, 79(10), 18-20. doi: 10.1097/00001888-200410001-00006.

Thite, L., & Brown, R. (Sin fecha). The history of Eye tracking.

Tullis, T. S., & Stetson, J. N. (2004). A Comparison of Questionnaires for Assessing Website Usability. *Usability Professional Association Conference*, 1-12.

Velásquez, J. D. (2013). Combining eye-tracking technologies with web usage mining for identifying Website Keyobjects. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26(5),
<http://dx.doi.org/10.1016/j.engappai.2013.01.003>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Ejemplo de seguidor ocular por medio de electrodos	34
Figura 2.2. Ejemplo de seguidor ocular por lentes de contacto	35
Figura 2.3. Ejemplo de seguidor ocular por cámara	36
Figura 2.4. Usuario frente al monitor que se utilizó para el estudio	37
Figura 2.5. Usuario realizando la calibración del seguidor ocular	38
Figura 2.6. Usuario realizando comprobación de la calibración.....	39
Figura 2.7. Ejemplo de diagrama de visión.....	40
Figura 2.8. Ejemplo de datos dentro de los círculos de las fijaciones.....	41
Figura 2.9. Ejemplo de mapa de calor	42
Figura 2.10. Ejemplo de mapa de zonas ciegas	43
Figura 3.1. Participante contestando los cuestionarios.....	58
Figura 3.2. Participante calibrando el seguidor ocular	61
Figura 3.3. Se procedió a la aplicación	62
Figura 3.4. Participante realizando estudio con seguidor ocular.....	62
Figura 4.1. Gráfica de sedimentación del Cuestionario CSUQ de 16 ítems	65
Figura 4.2. Gráfica de sedimentación del Cuestionario CSUQ de 13 ítems	68
Figura 4.3. Gráfica de sedimentación versión positiva del EUS	71
Figura 4.4. Promedio de cada factor del CSUQ.....	75
Figura 4.5. Promedio de cada factor del EUS.....	76
Figura 4.6. Mapa de calor de los 22 participantes	78
Figura 4.7. Mapa zonas ciegas realizado con datos de los 22 participantes	79
Figura 4.8. Diagrama de visión de un participante accediendo a NEXUS	80
Figura 4.9. Mapa de calor creado a partir de los datos de 7	82
Figura 4.10. Mapa de zonas ciegas de los 7 participantes	82
Figura 4.11. Diagrama de visión de un participante accediendo a NEXUS	83
Figura 5.1. Un participante que busca la sección de tareas en la lateral derecha	89
Figura 5.2. Ejemplo de un participante que presionó junto el botón de salida	90
Figura 5.3. Cómo les aparece a los alumnos las tareas por capítulo.....	91

Figura 5.4. La página no carga de una manera correcta	91
Figura 5.5. Cómo debería aparecerles las tareas cuando entran por capítulos.....	92
Figura 5.6. Mapa de calor donde se muestra la mirada permanente de los 29	93
Figura 5.7 Mapa de zonas ciegas se muestra la mirada permanente de los 29	93
Figura 5.8. Ejemplo de mirada impaciente de un usuario en NEXUS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Matriz de componentes rotados con los 16 ítems.....	66
Tabla 4.2. Matriz de correlación.....	67
Tabla 4.3. Matriz de componentes rotados con 13 ítems	69
Tabla 4.4. Matriz de componentes versión positiva EUS cargas factoriales.....	72
Tabla 4.5. Matriz de componentes rotados de la EUS versión positiva	73
Tabla 4.6. Niveles de respuesta del CSUQ	74
Tabla 4.7. Puntajes obtenidos de la correlación del CSUQ y EUS	76
Tabla 4.8. Comparativa de los resultados CSUQ y EUS versus seguidor ocular	85

Apéndice A

ESCALA DE USABILIDAD DEL SISTEMA (EUS)

	Totalmente en desacuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Creo que me gustaría utilizar frecuentemente este sitio web.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
2. Encontré el sitio web sencillo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
3. Pienso que el sitio web es fácil de usar.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
4. Pienso que podré utilizar este sitio web sin el apoyo de personal técnico.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
5. Encontré que varias de las funciones en el sitio web estaban bien integradas.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
6. Pensé que había demasiada consistencia en el sitio web.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
7. Me imagino que la mayoría de las personas podrían aprender a usar este sitio web muy rápido.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
8. Encontré el sitio web muy intuitivo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
9. Me sentí muy confiado (seguro) utilizar el sitio web.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
10. Pude utilizar el sitio web sin tener que aprender nada nuevo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

Apéndice B

CUESTIONARIO DE USABILIDAD EN SISTEMAS INFORMÁTICOS (CSUQ)

	Totalmente en desacuerdo						Totalmente de acuerdo
	1	2	3	4	5	6	7
1 Fue simple usar este sitio web.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Fue fácil aprender a utilizar este sitio web.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Creo que me volví experto rápidamente utilizando este sitio web.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 El sitio web muestra mensajes de error que me dicen claramente cómo resolver los problemas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 Cada vez que cometo un error utilizando el sitio web, lo resuelvo fácil y rápidamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6 La información (como ayuda en línea, mensajes en pantalla y otra documentación) que provee este sitio web es clara.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7 Es fácil encontrar en el sitio web la información que necesito.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8 La información que proporciona el sitio web fue efectiva ayudándome a completar las tareas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9 La organización de la información del sitio web en la pantalla fue clara.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10 La interfaz del sitio web fue placentera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11 Me gustó utilizar el sitio web	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12 El sitio web tuvo todas las herramientas que esperaba que tuviera.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13 En general, estuve satisfecho con el sitio web.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Apéndice C

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted ha sido invitado/a ser partícipe de un estudio que se lleva a cabo por el estudiante Ing. Andrea Abigail Garza Villegas perteneciente a la Maestría en Ingeniería con Orientación en Tecnologías de la Información de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León bajo la supervisión del profesor Dra. María Isolde Hedlefs Aguilar. El objetivo de esta carta es informarle acerca del estudio, antes que usted confirme su disposición a colaborar con la investigación.

El propósito de este estudio es evaluar la interfaz de cursos en línea NEXUS para que cumpla con los principios modernos de usabilidad, utilizando los cuestionarios Escala de Usabilidad del Sistema (EUS), Cuestionario de Usabilidad de sistemas informáticos (CSUQ) y la técnica de seguimiento ocular con el GP3 Eye Tracker; y al final comparar los resultados de ambas técnicas. Para el estudio, usted deberá contestar algunas preguntas y también le solicitaremos algunos datos generales, además se le pedirá que interactúe con la interfaz de NEXUS donde tendrá que ingresar con su usuario y contraseña, estos datos no serán proporcionados al equipo de investigación. La duración total de su participación será de unos 20 minutos.

Es importante que usted sepa que su anonimato estará garantizado. El equipo de investigación mantendrá total confidencialidad con respecto a cualquier información obtenida en este estudio, ya que su nombre no aparecerá en ningún documento ni en las bases de datos que utilizaremos. Los datos obtenidos serán utilizados exclusivamente para los fines de la presente investigación y serán analizados de manera agregada, vale decir, no individualmente.

Queremos destacar que su participación es totalmente voluntaria, por lo que no está obligado/a de ninguna manera a participar en este estudio. Si accede a participar, puede dejar de hacerlo en cualquier momento del estudio, sin que tenga que dar explicación alguna al equipo de investigación.

Su participación en este estudio no conlleva ningún riesgo. Pero, si tiene alguna pregunta durante su participación, puede acercarse a la persona encargada para aclarar sus dudas, las que serán tratadas en privado. Asimismo, si le surgen preguntas después de la aclaración del estudio, diríjase personalmente con los responsables de la investigación.

He leído la información proporcionada, o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar dudas sobre ello y se me ha respondido satisfactoriamente, por lo cual doy mi consentimiento para participar en dicha investigación y entiendo que tengo el derecho de retirarme en cualquier momento sin que me afecte de ninguna forma.

Nombre _____ del _____ participante:

Firma _____ del _____ participante:

Fecha: ____/____/____

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento al potencial participante, y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre _____ del _____ testigo:

Firma _____ del _____ testigo:

Fecha: ____/____/____

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento al potencial participante, y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre _____ del _____ investigador:

Firma _____ del _____ investigador:

Fecha: ____/____/____

Apéndice D

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted ha sido invitado/a ser partícipe de un estudio que se lleva a cabo por el estudiante Ing. Andrea Abigail Garza Villegas perteneciente a la Maestría en Ingeniería con Orientación en Tecnologías de la Información de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León bajo la supervisión del profesor Dra. María Isolde Hedlefs Aguilar. El objetivo de esta carta es informarle acerca del estudio, antes que usted confirme su disposición a colaborar con la investigación.

El propósito de este estudio es evaluar la interfaz de cursos en línea NEXUS para que cumpla con los principios modernos de usabilidad, utilizando los cuestionarios Escala de Usabilidad del Sistema (EUS), Cuestionario de Usabilidad de sistemas informáticos (CSUQ) y la técnica de seguimiento ocular con el GP3 Eye Tracker; y al final comparar los resultados de ambas técnicas.

El modelo autoriza a los investigadores, así como a todas aquellas terceras personas físicas o jurídicas a las que los investigadores puedan ceder los derechos de explotación sobre las imágenes, o parte de las mismas, a que indistintamente puedan utilizar todas las imágenes, o partes de las mismas en las que intervengo como modelo.

Mi autorización tiene ámbito geográfico determinado por lo que los investigadores y otras personas físicas o jurídicas a las que los investigadores puedan ceder los derechos de explotación sobre las fotografías, o partes de las mismas, en las que intervengo como modelo, podrán utilizar esas imágenes, o partes de las mismas en la cualquier otro país.

Mi autorización se refiere a la totalidad de usos que puedan tener las imágenes, o partes de las mismas, en las que aparezco como modelo, utilizando los medios técnicos conocidos en la actualidad y los que pudieran desarrollarse en

el futuro, y para cualquier aplicación. Todo ello con la única salvedad y limitación de aquellas utilizaciones o aplicaciones que pudieran atentar al derecho al honor en los términos previstos en la Ley Orgánica 1/85, de 5 de Mayo, de Protección Civil al Derecho al Honor, la Intimidad Personal y familiar y a la Propia Imagen. Y al art. 87 de la Ley Federal del Derecho de Autor: “El retrato de una persona sólo puede ser usado o publicado, con su consentimiento expreso, o bien con el de sus representantes o los titulares de los derechos correspondientes. La autorización de usar o publicar el retrato podrá revocarse por quien la otorgó quién, en su caso, responderá por los daños y perjuicios que pudiera ocasionar dicha revocación.

Cuando a cambio de una remuneración o aún sin ella, una persona se deja retratar, se presume que ha otorgado el consentimiento a que se refiere el párrafo anterior y no tendrá derecho a revocarlo, siempre que se utilice en los términos y para los fines pactados.

Es importante que usted sepa que su anonimato estará garantizado. El equipo de investigación mantendrá total confidencialidad con respecto a cualquier información obtenida en este estudio, ya que su nombre no aparecerá en ningún documento ni en las bases de datos que utilizaremos. Los datos obtenidos serán utilizados exclusivamente para los fines de la presente investigación.

Queremos destacar que su participación es totalmente voluntaria, por lo que no está obligado/a de ninguna manera a participar en este estudio. Si accede a participar, puede dejar de hacerlo en cualquier momento del estudio, sin que tenga que dar explicación alguna al equipo de investigación.

Su participación en este estudio no conlleva ningún riesgo. Pero, si tiene alguna pregunta durante su participación, puede acercarse a la persona encargada para aclarar sus dudas, las que serán tratadas en privado. Asimismo, si le surgen preguntas después de la aclaración del estudio, diríjase personalmente con los responsables de la investigación.

He leído la información proporcionada, o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar dudas sobre ello y se me ha respondido satisfactoriamente, por lo cual doy mi consentimiento a los investigadores, así como a todas aquellas terceras personas físicas o jurídicas a las que los investigadores puedan ceder los derechos de explotación sobre las imágenes, o parte de las mismas, a que indistintamente puedan utilizar todas las imágenes, o partes de las mismas en las que intervengo como modelo.

Nombre _____ del _____ modelo:

Firma _____ del _____ modelo:

Fecha: ____/____/____

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento al potencial participante, y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre _____ del _____ testigo:

Firma _____ del _____ testigo:

Fecha: ____/____/____

He sido testigo de la lectura exacta del documento de consentimiento al potencial participante, y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmo que el individuo ha dado consentimiento libremente.

Nombre _____ del _____ investigador:

Firma _____ del _____ investigador:

Fecha: ____/____/____